E 2039/A

seria B

ianuarie - februarie 1995

energetica

1

ROMANIA

RENEL

DGTDEE

25

1969 1994

OROSZLÁNOS MŰSZAKI INFORMÁCIÓS KÖZPONT ÉS KÖNYVTÁR 1883

ENERGETICA

REVISTA DE SPECIALITATE
A ENERGETICIENILOR
DIN ROMÂNIA

ANUL 43 | Nr.1, SERIA B | IANUARIE - FEBRUARIE 1995

ISSN 1220 - 5141

Număr special "Aplicarea managementului energiei la utilizatori în România"

Revista ENERGETICA a fost înfiinţată în anul 1953, continuînd tradiţia vechilor publicaţii inginereşti care au avut preocupări în domeniul energiei ca, de exemplu:

- **Diaru pentru vulgarizarea ştiinţeloru naturale şi fizice (1870 - 1882);**
- **Buletinul Societăţii Politehnice (1887 - 1944);**
- **Buletinul Asociaţiei Generale a Inginerilor din România - AGIR (1919 - 1946);**
- **ENERGIA, editată de ing. Dumitru Leonida (1921);**
- **Buletinul Asociaţiei Producătorilor şi Distribuitorilor de Energie Electrică - APDE (1932 - 1944);**
- **Buletinul Institutului Român de Energie - IRE (1933 - 1944)**

Opiniile exprimate în articoiele publicate în revista ENERGETICA aparţin autorilor acestora.

Orice reproducere integrală sau parţială, prin indiferent ce procedeu, a materialelor apărute în revista ENERGETICA poate fi făcută numai cu aprobarea biroului de redacţie. Sînt autorizate numai citările destinate lucrărilor ştiinţifice şi volumelor în care acestea sînt inserate .

Revista apare alternativ în două serii :

- **seria A, care tratează probleme de surse de energie, conversie de energie, poluare a mediului înconjurător, utilizare a căldurii etc.;**
- **seria B, care tratează probleme electrice, inclusiv ale centralelor electrice, staţiilor electrice, ale liniilor de transport şi distribuţie a energiei electrice , sisteme electroenergetice etc.**

Fiecare serie are 6 numere pe an .

CUPRINS

VASILE RUGINĂ: Masă rotundă "Aplicarea managementului energiei la utilizatori în România" - Galaţi 24 noiembrie 1994 3 - 4

EUGENIU PAVEL, COSTIN LIVIU RUCĂREANU : DSM în condiţiile ţărilor cu economie în tranziţie 5 - 10

GHEORGHE INDRE, DUMITRU MANEA: Demand Side Management - pro şi contra 11 - 16

EMIL COSTIN, OANA POPESCU : Managementul utilizării energiei în România. Concepţia românească, realizări, perspective 17 - 20

JEAN CONSTANTINESCU , VASILE RUGINĂ: Soluţii de aplicare a DSM în sistemul energetic din România 21 - 26

NICOLAE DUMITRU, MIHĂILESCU ALICE: Utilizarea tehnologiilor cu microunde în industrie 27 - 32

GHEORGHE INDRE, DUMITRU MANEA : Aspecte ale promovării tarifelor inovatoare pentru energia electrică 33 - 36

HARALAMBIE CRISTEA, MIHAI IVAN, MIRELA BEŞLIU : O soluţie modernă de aplicare a conceptului DSM la marii consumatori industriali de energie electrică: "Sistem de gestiune a energiei electrice asistat de calculator" 37 - 42

MANIFESTĂRI TEHNICO-ŞTIINŢIFICE

DUMITRU MANEA: Conferinţa internaţională DA/DSM Europe'94 16 , 32

RECENZII

DANA CHIRVASE: Arie A. Arie, C. Neguş, Carmen Golovanov, N. Golovanov: Poluarea cu armonici a sistemelor electroenergetice funcţionînd în regim permanent simetric 43 - 45

DE PERSONIS 45

Our review publishes ADVERTISMENTS for your PRODUCTS, TECHNOLOGIES, SERVICES, etc.
Please, contact us at the address:
Revista ENERGETICA
ICEMENERG, B-dul Energeticienilor nr.8,
Bucureşti III, RO 79619
Phone : (401)322 06 92 ; (401)321 69 66/251
Fax: (401)321 10 10
Telex: 10783

COLEGIUL DE REDACŢIE

BIROUL: dr . ing. Eugeniu PAVEL - preşedinte, redactor-şef; dr. ing. Jean CONSTANTINESCU - redactor-şef adjunct; prof. dr. ing. Dumitru Cezar IONESCU - redactor-şef adjunct; ing. Vasile RUGINĂ - secretar de redacţie; ing. Radu OPINCARU - reprezentant RENEL; ing. Ion CONECINI; ing. VLADIMIR CONSTANTINESCU; prof. dr. ing. Virgil MUŞATESCU ; ing. Nicolae NICULESCU; ing. Mihai NICOLAU - reprezentant ICEMENERG; dr. ing. Ioan GANEA

MEMBRI: conf. dr. ing. Florin ALEXE; prof. dr. ing. Victor ATHANASOVICI; conf. dr. ing. Adrian BADEA ; prof. dr. ing. Cornel BIANCHI; ing. Paul CARTIANU; ing. Mircea CÂRDU; ing. Marin CIOCĂNESCU; prof. dr. ing. Dorin CRISTESCU; dr. ing. Mihai CONSTANTINESCU; prof. dr. ing. Nicolae DĂNILĂ; ing. Alexandru FLORESCU; dr. ing.Laurenţiu GOIA; dr. ing.Dan GOLICIU ; prof dr. ing. Nicolae GOLOVANOV ; ing. Viorel GRIGORIU; prof. dr. ing. Dumitru IVAS; prof. dr. ing Aureliu LECA; dr. ing. Gheorghe LUCA; dr. ing. Magdalena MATEI; ing. Cornel MOŢIU; prof. dr. ing. Costin MOŢOIU ; prof. dr. ing. Constantin NEAGA; prof. dr. ing. Viorel NEGRU ; ing. Gheorghe NEGUŢ; conf. dr. ing. Valeriu NISTREANU; ing. Cornel PÂSLARU; prof. dr. ing. Alexandru POEATĂ; dr. ing. Marius POMÂRLEANU; prof. dr. ing. Florin POP; dr. ing. Teodor POPA; dr. ing. Anca POPESCU; ing. Constantin POPESCU; ing. Miron POPESCU; ing. Costin POPESCU; conf. dr. ing. Petre POSTOLACHE; dr. ing. Dan Ion PREDOIU; ing. Dan RACOVIŢAN; ing. Gabriel ROMAŞCU; ing. Anton ROŞU ; ing. Margarios SALGIAN ; ing. Mihai SĂNDULEAC; ing. Emilian SIMIAN; ing. Cristian TOTOLO; ing. Anton VLĂDESCU ; ing. Dinu VOINEA

Redactor : Ana Maria CHIVU

Coperta I - Sinaia, cota 1400

Redacţia şi administraţia: ICEMENERG, B-dul Energeticienilor nr.8, sector 3, CP 79619, Bucureşti
Telefon: (401)322 06 92; (401)321 69 66/251; Telex : 10783; Fax: (401)321 10 10

Tiparul executat la ICEMENERG

MASA ROTUNDĂ "APLICAREA MANAGEMENTULUI ENERGIEI LA UTILIZATORI ÎN ROMÂNIA"
- Galaţi, 24 noiembrie 1994 -

În ultima perioadă se discută tot mai mult despre posibile aplicaţii ale managementului energiei la utilizatori în ţara noastră. Astfel, în 1992 a fost organizată o masă rotundă cu această temă la ICEMENERG. În 1993, la Conferinţa cu tema **"Optimizarea utilizării energiei electrice la consumatorii industriali şi similari"** (Piteşti, 24 - 26 octombric), secţia a treia a fost intitulată **Managementul utilizării energiei electrice (DSM); Condiţii de aplicare în România.** La Conferinţa Naţională a Energiei - Neptun 1994, DSM a fost unul din subiectele preferenţiale ale secţiei a X - a **"Relaţii furnizor - consumator".**

Literatura străină privind DSM a început să circule şi să fie studiată tot mai mult. Mai mulţi specialişti români au participat la manifestări tehnico-ştiinţifice internaţionale pe teme de DSM, devenind partizanii acestuia. Experţii străini care au vizitat România în ultimii ani au comunicat din experienţa lor privind aplicarea DSM şi au recomandat introducerea sa în ţara noastră.

Subiectul a fost tratat corespunzător şi în paginile revistei ENERGETICA. Astfel, editorialul numărului 1B/1994 întocmit de dl.dr. ing. **Jean Constantinescu,** redactor - şef adjunct, este intitulat **DSM şi planificarea integrată a resurselor Societăţii de electricitate.** În numărul 3B/994 a fost publicat în limbile engleză şi română articolul d-nului Walter Patterson intitulat **Demand Side Management - de la Vest la Est.** Autorul este Senior Research Fellow la Royal Institute of International Affairs, Londra, UK.

Pe aceste căi a devenit posibil ca tot mai mulţi specialişti români să se familiarizeze cu principiile DSM, să cunoască avantajele pe care acesta le poate aduce, atît furnizorilor, cît şi consumatorilor de energie.

Cu toate acestea, ar fi exagerat să se afirme că adoptarea şi aplicarea de opţiuni DSM a devenit o politică curentă a companiilor furnizoare de energie din ţara noastră. Se afirmă uneori că situaţia conjuncturală existentă nu favorizează managementul energiei la utilizatori, dar se pierde din vedere că aplicarea sa poate facilita depăşirea acestei conjuncturi.

În acest context, redacţia revistei ENERGETICA şi FRE Galaţi au considerat oportună organizarea unei mese rotunde cu tema **"Aplicarea managementului energiei la utilizatori în România".** ICEMENERG şi ATEER s-au raliat acestei iniţiative, participînd la organizare.

Scopul acesteia a fost de a identifica:

- cele mai profitabile opţiuni DSM;
- căile de accelerare a aplicării DSM în ţara noastră în condiţii de eficienţă economică.

Masa rotundă a avut loc la Galaţi în ziua de 24 noiembrie 1994, FRE din localitate dovedindu-se (ca şi în alte ocazii) o gazdă foarte ospitalieră.

Au fost prezentate zece comunicări care au provocat interesul evident al participanţilor.

În condiţiile spaţiului grafic limitat de care dispune revista, pot fi publicate doar şapte.

Lucrările prezentate la masa rotundă şi necuprinse în acest număr sînt:

1. Consumul energetic - criteriu în dimensionarea spaţiului ecologic, autor: Gheorghe Manea - IEI Bucureşti.

2. Consideraţii cu privire la alimentarea cu energie electrică a agregatelor de bază din industria mică a cherestelei aparţinînd sectorului privat , autor ing. Romulus Sfichi - F.R.E. Suceava

3. Promovarea utilizării raţionale a energiei electrice şi termice - obiectiv al activităţii RENEL în condiţiile economiei de piaţă, autor ing. Gheorghe Indre - RENEL

Apelăm la înţelegerea cititorilor şi autorilor pentru această situaţie. Lucrările respective pot fi consultate de cei doritori fie la redacţia revistei, fie la autori.

Discuţiile pe marginea lucrărilor au fost la un ridicat nivel ştiinţific.

O sinteză a discuţiilor constituie o operaţie riscantă, dar unele opinii exprimate merită consemnate.

Adoptarea şi aplicarea de programe DSM constituie o variantă valabilă pentru orice companie de electricitate. Este însă necesar ca opţiunile adoptate să fie adaptate specificului companiei şi conjuncturii traversate. În particular, este greşit să se afirme că RENEL nu poate adopta programe DSM datorită supracapacităţii instalate şi scăderii vînzărilor. Este însă necesar a fi identificate şi puse în operă acele proiecte care se dovedesc eficiente pentru furnizor şi consumator, în această conjunctură.

În particular, deşi există capacităţi slab utilizate în centralele electrice şi reţelele de transport, se constată o creştere a încărcării reţelelor de distribuţie de joasă tensiune. Aplicarea de proiecte DSM la consumatorii alimentaţi din aceste reţele ar conduce nemijlocit la evitarea (sau cel puţin amînarea) de investiţii pentru dezvoltarea lor.

În ultimii ani au apărut multe chioşcuri, ateliere, magazine particulare la care utilizarea energiei se face în condiţii improprii. Intervenţia furnizorului prin programe DSM adecvate va fi benefică pentru ambele părţi.

Este necesară desfăşurarea unor programe DSM vizînd perfecţionarea tehnologiilor electrotermice din industrie. Pot fi realizate şi puse la dispoziţia consumatorilor tehnologii şi echipamente aferente, care să realizeze obţinerea serviciului util (uscare, coacere, distilare etc.) cu randamente totale ale consumului de energie primară superioare celor obţinute prin arderea directă a combustibililor.

În această categorie intră, de exemplu, tehnologiile cu microunde, compresia mecanică de vapori etc.

S-ar realiza astfel nu numai o creştere globală a eficienţei energiei, dar şi o creştere a vînzărilor de electricitate. La extrema cealaltă, lipsa de interes faţă de acele tehnologii din partea furnizorului ar putea conduce la îndreptarea consumatorului spre tehnologii bazate pe utilizare de combustibili şi în ultima instanţă la scăderea în continuare a vînzărilor de electricitate.

Sperăm ca materialele publicate să fie de interes pentru cititorii revistei şi să contribuie la accelerarea introducerii DSM în ţara noastră. Paginile revistei vor fi deschise pentru opiniile specialiştilor.

ing. VASILE RUGINĂ
secretar de redacţie

DSM ÎN CONDIŢIILE ŢĂRILOR CU ECONOMIE ÎN TRANZIŢIE

dr. ing. EUGENIU PAVEL*
ing. COSTIN LIVIU RUCĂREANU

Lucrarea analizează modul în care este înţeles şi cum se poate utiliza conceptul de "D S M" în ţările cu economie de piaţă liberă şi în cele cu economie în curs de tranziţie. În prezent, în aceste ţări există o contradicţie de interese între furnizorii de energie, pe de o parte, şi consumatorii de energie, pe de altă parte.

Furnizorii, în sensul mai larg al cuvîntului, incluzînd întreprinderile de producere, de transport şi de distribuţie a energiei, au un interes comun privind optimizarea, planificarea integrată şi centralizarea managementului, eventual chiar asigurarea monopolului activităţilor energetice din domeniu, urmărind creşterea, pe cît posibil, a furnizării de energie, indiferent de modul de utilizare a acesteia în instalaţiile consumatoare.

Consumatorii sînt interesaţi în obţinerea unor servicii cît mai bune la un preţ cît mai mic. Dacă preţul energiei este destul de mic, risipa de energie nu apare ca un dezavantaj major pentru utilizatori, iar pentru furnizori este chiar favorabilă prin creşterea vînzărilor.

În articol se compară schema de legături tradiţionale de tip "serie" în care utilizatorul nu are relaţii decît cu întreprinderea distribuitoare, cu o schemă propusă cu legături de tip "relaţii reciproce".

Comentariile tratează particularităţile celor două tipuri de relaţii şi opţiunile dinamicii de tranziţie.

The paper analyses DSM interpretation both in the free market economy countries and in the transitional economy ones. At present, these countries are confrunted with an interest contradiction between the energy suppliers, on one hand, and the energy consumers, on the other hand.

The suppliers, generally speaking, including the energy generation, transmission and distribution utilities are commonly interested in optimizing, integrated planning and management centralization, in providing even the monopoly of the energy activities in the field, with the result of on increased energy supply regardless the modalities of its use by the end-users.

The consumers are interested in higher services for lower prices. If the prices are low enough, the consumers do not consider the energy waste as a great disadvantage, unlike the suppliers by which the energy waste of the consumers led to sales increasing.

The paper presents also a comparison between the tradiţional relation system of "series" type where the end-user has relations only with the distributing utilities, and a proposed system, having "mutual" type relations.

* Redactor-şef al revistei Energetica

Descriptori: DSM, economie în tranziţie

Alimentarea cu energie electrică a omenirii devine o problemă din ce în ce mai complexă. În ultimul timp, recesiunea economică, observată în cele mai multe ţări, dar mai ales în cele care trec de la o economie centralizată la economia de piaţă, a impus revederea soluţiilor de utilizare a tuturor resurselor: materiale, umane, energetice, influenţînd modul de a privi al alegerii şi optimizării tehnologiilor proceselor de fabricaţie. Acest nou punct de vedere implică acţiuni de raţionalizare, de standardizare şi de specializare. Asigurarea resurselor energetice joacă un rol determinant în activitatea economică.

Tendinţa către gospodărirea cît mai judicioasă a resurselor a condus la un concept nou (IRP- Integrated Resources Planification), care pare a fi în contradicţie cu noţiunea de piaţă liberă, dar care a devenit o necesitate pentru dezvoltarea durabilă a omenirii [1]. Într-adevăr, în urma conferinţei de la Rio de Janeiro din 1992, asistăm la o conştientizare a factorilor de decizie şi influenţă referitor la impactul dezvoltării economice asupra mediului, din toate punctele de vedere. La această conferinţă s-a subliniat faptul că la mijlocul secolului trecut, peste 90 % din energia consumată era nepoluantă, în timp ce în prezent, peste 85 % din energie se bazează pe combustibili fosili, care produc nocivităţi asupra solului, apei, aerului etc. La această influenţă negativă asupra mediului, contribuie, în cea mai mare măsură, industria energiei şi cea a transporturilor.

Acest nou mod de a privi lucrurile a avut un efect pozitiv în luarea unor măsuri, prin lansarea unor programe de tipul IRP. În cadrul acestor măsuri, o importanţă foarte mare o au cele care se referă la conservarea energiei.

În ultimul timp, industria energiei, în special sectorul electroenergetic, are tendinţa de a se integra în sistemul economic al pieţei libere, în scopul creşterii eficienţei economice, prin creşterea competitivităţii. Astfel, foarte multe ţări cu economie de piaţă, dar cu industria energetică centralizată, au introdus şi au legalizat liberalizarea şi privatizarea sectorului electroenergetic. În Europa, rolul de pionier l-a avut Marea Britanie, urmată de Norvegia, Suedia, Finlanda.

În ţările din estul şi centrul Europei s-au produs, după cum se ştie, modificări esenţiale, care au schimbat peisajul energetic european. Au apărut noi frontiere şi deci noi puncte de schimb şi de contorizare a energiei şi, ceea ce este foarte important, noi deschideri spre pieţele libere.

În acest context, apare deosebit de actuală folosirea unei gestiuni eficace a energiei, în general, şi a energiei electrice, în special.

Una dintre măsurile mult comentate, şi în unele cazuri experimentate, este ceea ce denumim astăzi DSM (Demand Side Management) [2]. Acest concept implică un mozaic de acţiuni şi soluţii care, în funcţie de împrejurări, diferă de la caz la caz. Chiar definiţia conceptului este încă discutată de diverşi autori. Astfel, în cadrul grupei de lucru 37.03 din CIGRE în 1989 s-a definit DSM ca fiind planificarea şi implementarea activităţilor desfăşurate de companiile de electricitate, cu scopul de a influenţa utilizarea energiei electrice la consumatori, astfel încît să se producă schimbările dorite în curba de sarcină a furnizorului [3].

În sens mai larg, prin DSM mulţi autori înţeleg o gestiune a nevoilor de energie, care să conducă la o diminuare a consumului în scopul ameliorării mediului ambiant [4].

Definiţiile ar trebui completate cu precizarea referitoare la creşterea eficienţei energetice la utilizatori, reflectate prin reducerea consumului specific de energie pe unitatea de produs sau pe unitatea de servicii. Integrarea acestor rezultate la nivel naţional ar conduce la o reducere a intensităţii energetice.

În practică apar unele contradicţii de interese între furnizorii şi consumatorii de energie. Dacă de partea generării şi distribuirii de energie electrică (SSM = Supply Side Management) există o comunitate de interese privind optimizarea, planificarea integrată, centralizarea serviciilor, acţiuni care se încadrează în principiile generale ale oricărui tip de economie, privită din partea consumatorului, problema devine mai complexă şi aici trebuie găsite acele măsuri care să conducă în mod natural la creşterea economicităţii utilizării energiei, prin cointeresarea, atît a distribuitorului, cît şi a consumatorului.

În fapt, se poate spune că modul de gestiune integrată a producţiei, distribuţiei şi consumului are mai mult de 100 de ani vechime, deoarece, odată cu înfiinţarea companiei lui Edison la New-York

("Edison Electric Illuminating Company"), aceasta vindea "lumină" şi nu energie electrică. Cu timpul, întreprinderile de electricitate au început să vîndă numai energie electrică, neinteresîndu-se aproape deloc de ceea ce se întîmplă după contorul care separă instalaţia de distribuţie de cea a consumatorului.

Măsurile de gestiune din interiorul reţelei de distribuţie se încadrează în definiţia mai largă a DSM, ca de pildă: introducerea contoarelor moderne (contoare cu tarife diferenţiale, telecontorizare etc.), a telecomenzilor centralizate, a sistemelor noi de tarifare etc. Aceste măsuri contribuie la creşterea eficienţei în instalaţiile consumatorului, însă numai sistemele tarifare pot avea o influenţă majoră. Utilizatorul ar avea un stimulent pentru ameliorarea tehnologiilor proprii şi pentru urmărirea gestiunii raţionale a energiei, numai în cazul în care tariful energiei ar avea o pondere importantă în preţul de cost şi respectiv de vînzare al produsului.

Din cele de mai sus rezultă o contradicţie de interese şi anume: **distribuitorul** de energie este interesat să vîndă cît mai multă energie, indiferent de eficienţa consumului, iar **utilizatorul**, fie este interesat să scadă consumul de energie, fie este indiferent, dacă preţul energiei este prea mic, nestimulativ. În această situaţie risipa utilizatorului n-ar putea fi evidenţiată şi stăpînită decît prin tarife prohibitive.

Cum s-ar putea rezolva această contradicţie ?

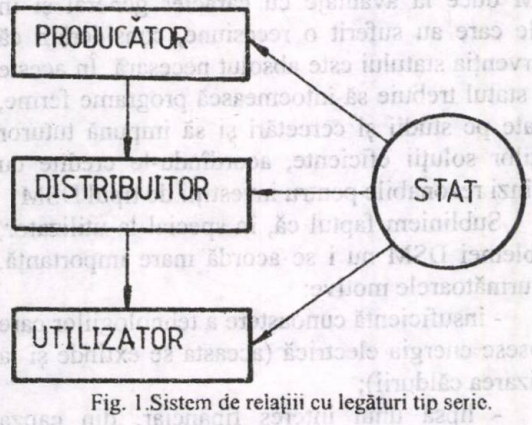


Fig. 1.Sistem de relaţii cu legături tip serie.

În organizările tradiţionale, legătura dintre utilizator, distribuitor şi producător este de tip serie (fig.1). În acest sistem, utilizatorul are legătură numai cu distribuitorul, care în acest fel are o poziţie de monopol. Protecţia utilizatorului trebuie asigurată de un for mai puternic şi neutru, care în fapt a fost şi este statul. Acesta stabileşte prin legislaţie regulile privind relaţiile dintre utilizator şi distribuitor, tarifele, calitatea energiei şi a serviciilor şi alte măsuri privind creşterea eficienţei energiei. Un asemenea tip de relaţie a fost caracteristic statelor totalitare, statul fiind proprietarul şi deţinînd monopolul tuturor mijloacelor de producţie, exercitîndu-şi atribuţiile de management prin servicii de tip birocratic. Practica arată că rezultatele au fost negative în aceste ţări şi că se impune o schimbare de concepţie.

Sistemul de relaţii în serie se aplică şi în multe ţări caracterizate prin piaţă liberă. În unele din aceste ţări s-a impus o modernizare a mentalităţii, efectuîndu-se schimbări fundamentale în management, punîndu-se accent mai ales pe o colaborare foarte strînsă şi relaţii noi între utilizatori, distribuitori şi furnizori. Există programe ambiţioase, care antrenează toate competenţele şi toate părţile interesate, programe care se materializează prin acorduri de parteneriat. Din punct de vedere organizatoric, aceste programe propun servicii speciale, care să fie capabile de dialog pertinent cu ceilalţi parteneri. Statul intervine prin reglementări ferme, nu numai la elementele lanţului serie, ci şi la industria producătoare de echipamente energetice care trebuie să asigure noi tehnologii şi produse de calitate şi de mare eficacitate. Pe de altă parte, statul trebuie să intervină şi prin stabilirea unor tarife raţionale, care, asigurînd protecţia utilizatorului, să acopere şi cheltuielile necesare pentru protecţia mediului înconjurător.

După cum se observă, sistemul de relaţii serie necesită o influenţă puternică a statului, în calitate de moderator, arbitru, regulator şi protector al utilizatorului. De asemenea, sistemul are nevoie de relaţii civilizate, realizate prin parteneriate, arbitrate tot de stat.

Influenţa majoră a statului, în relaţiile dintre unităţi, influenţă care prin natura sa are un caracter birocratic, ar putea fi diminuată simţitor printr-un alt sistem de legături între întreprinderi, pe care l-am denumit "sistem cu legături reciproce" (fig.2).

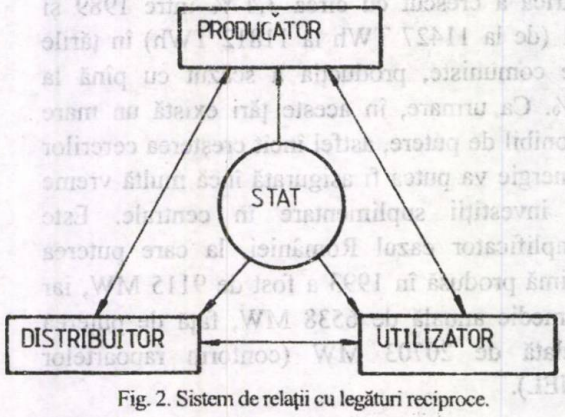


Fig. 2. Sistem de relaţii cu legături reciproce.

Prin acest sistem, utilizatorul are legături directe, atît cu distribuitorul, cît şi cu producătorul. Schema presupune existenţa unor unităţi privatizate de producere şi, bineînţeles, unităţi de distribuire. Utilizatorul îşi poate alege liber producătorul de energie (centrale electrice care intră în competiţie între ele prin preţul de vînzare şi condiţiile de livrare). Distribuitorul are funcţie de cărăuş, această funcţie exercitînd-o pe bază de contracte. Intervenţia statului este mult micşorată, aceasta limitîndu-se la măsurile de interes general, cum ar fi protecţia mediului, dar şi cele privitoare la protecţia consumatorului, în special a celui casnic şi comunal şi al altor mici consumatori.

Principalele soluţii privind creşterea eficienţei energiei s-ar rezolva în primul rînd pe baza relaţiilor utilizator-producător. În cadrul competiţiei libere, producătorul, respectiv centrala electrică interesată în scăderea preţului de vînzare, va fi de asemenea interesată în realizarea unor potenţiale investiţii la utilizator, care ar conduce la economii de investiţii la centrale, deciziile fiind luate pe baza unor studii competente, realizate în colaborare şi cu participarea unităţilor distribuitoare. În acest fel, relaţiile naturale de piaţă liberă ar avea influenţe benefice în realizarea programelor DSM. Rezultatele globale posibile se referă la ameliorarea serviciilor în vederea unui confort sporit, o productivitate industrială sporită, o calitate a produselor. În afară de aceste avantaje mai trebuie avute în vedere, ca factori deloc neglijabili, repercusiunile ecologice şi sociale.

Ţările centrale şi est-europene, ieşite din regimurile totalitare, sînt confruntate în prezent cu o recesiune importantă a economiilor, ceea ce a dus la o reducere simţitoare a consumului de energie. Dacă producţia mondială de energie electrică a crescut cu circa 3,4 % între 1989 şi 1991 (de la 11427 TWh la 11812 TWh) în ţările foste comuniste, producţia a scăzut cu pînă la 25 %. Ca urmare, în aceste ţări există un mare disponibil de putere, astfel încît creşterea cererilor de energie va putea fi asigurată încă multă vreme fără investiţii suplimentare în centrale. Este exemplificator cazul României, la care puterea maximă produsă în 1993 a fost de 9115 MW, iar cea medie anuală de 6538 MW, faţă de puterea instalată de 20703 MW (conform rapoartelor RENEL).

În aceste condiţii se pune întrebarea dacă introducerea şi promovarea programelor DSM sînt justificate în România şi în celelalte ţări foste totalitare.

Răspunsul trebuie să ţină seama de categoriile de părţi interesate: utilizatorul este interesat în introducerea unor tehnologii noi, care pentru aceeaşi utilitate să aibă un consum mai mic de energie electrică; în acest caz el şi-ar recupera cheltuielile de investiţii prin economiile realizate într-un timp rezonabil, care ar depinde într-o măsură importantă de preţul energiei; eficienţa economică a DSM în acest caz trebuie demonstrată în stadiul de studiu şi proiect; distribuitorul de energie, ca şi producătorul (centralele electrice) vor resimţi în urma aplicării DSM o reducere a energiei electrice vîndute, cu efecte aparent negative asupra beneficiului; statul este interesat în economisirea combustibilului la nivel naţional, printr-o scădere a intensităţii energetice şi printr-o reducere a poluării.

Menţionăm că, în unele cazuri, şi distribuitorul şi producătorul pot fi interesaţi în măsuri DSM la utilizator, ca, de exemplu, cele care duc la descongestionarea unor reţele sau grupuri locale supraîncărcate, sau în alte cazuri particulare, cînd grupurile din centrale sau reţele disponibilizate sînt solicitate să alimenteze alţi consumatori noi.

Avînd în vedere că aplicarea măsurilor DSM duce la avantaje cu caracter general şi în ţările care au suferit o recesiune, considerăm că intervenţia statului este absolut necesară. În aceste ţări statul trebuie să întocmească programe ferme, bazate pe studii şi cercetări şi să impună tuturor părţilor soluţii eficiente, acordîndu-le credite cu dobînzi rezonabile pentru investiţii de tipul DSM.

Subliniem faptul că, în special la utilizator, problemei DSM nu i se acordă mare importanţă, din următoarele motive:

- insuficientă cunoaştere a tehnologiilor care folosesc energia electrică (aceasta se extinde şi la utilizarea căldurii);
- lipsa unui interes financiar, din cauza tarifelor nestimulative pentru energie;
- la consumatorii casnici şi chiar la cei comerciali se adaugă necunoaşterea soluţiilor moderne pentru aparataj (cuptoare cu microunde, lămpi de iluminat cu descărcări în gaze, în general aparate casnice cu consumuri specifice mici de energie etc.).

Consumatorii casnici sînt descurajaţi şi psihologic de faptul că preţurile aparatelor

moderne cu eficienţă mare sînt foarte ridicate, iar amortizarea lor se face într-un timp prea lung, de cele mai multe ori achiziţionarea devenind prohibitivă.

Ţinînd seama de aceste aspecte, apare necesar ca, în afară de măsurile arătate mai sus, statul să iniţieze şi să susţină o acţiune largă de informare şi de propagandă, de control de calitate şi al performanţelor aparatelor produse în ţară sau importate.

Un exemplu de iniţiere a unui program amplu pentru DSM într-o ţară fostă totalitară îl reprezintă Republica Cehă.

Guvernul acestei ţări a convenit cu guvernul canadian elaborarea de către Ontario-Hydro a unui proiect pentru DSM finanţat parţial de guvernul canadian [5].

Prima fază a acestui proiect, terminat în septembrie 1993 prevede: reducerea consumului de energie electrică cu 1700 GWh între anii 1995 şi 2000; reducerea vîrfului de sarcină cu 270 MW pînă în anul 2000: reducerea emisiunilor de SO_2 cu 112 mii tone, de NO_x cu 21,9 mii tone şi de CO_2 cu 5000 mii tone în perioada 1995 - 2000;

Aceste măsuri vor cere fonduri de circa 60 milioane USD.

Este în curs a doua fază a proiectului, care stabileşte măsurile concrete de realizare a programului, iar faza a treia este cea de implementare a măsurilor. Ca exemple de măsuri se menţionează: trecerea la utilizarea pe scară largă a lămpilor cu descărcări în gaze, controlul aparatajului electric din punctul de vedere al eficienţei şi informarea publicului asupra importanţei acestei acţiuni, ajutor financiar pentru cumpărarea de aparate eficiente de către populaţie, o politică tarifară raţională.

În ţările dezvoltate şi cu regimuri economice stabilizate, programele pentru introducerea DSM sînt în diverse faze de aplicare. Se observă că întocmirea acestor programe se bazează în principal pe relaţii de parteneriat, printr-o bună înţelegere între utilizator, distribuitor, producător şi administraţia statală.

Pentru exemplificare, s-au ales două cazuri tipice din SUA, descrise în literatura de specialitate.

1. Pensilvania Company Energy din Filadelfia (PECO) a întocmit un plan amănunţit de investiţii în valoare de 10 milioane de USD pentru introducerea DSM la consumatorii casnici, comerciali şi, într-o mai mică măsură, la cei industriali. Costurile vor fi acoperite de consumatori în rate minime, reprezentînd numai 0,2 - 0,3 % din costul lunar al energiei, însă se consideră că pe parcurs aceştia vor economisi energia care va compensa sporul de costuri, iar la compania de electricitate, aceasta va avea ca efect reducerea poluării şi amînarea unor investiţii corespunzătoare unei energii economisite de circa 20 000 MWh [6]. Principalele măsuri preconizate sînt: abonaţii primesc cupoane de cîte 5 USD, reprezentînd bonificaţii pentru cumpărarea de lămpi cu descărcări în gaze, care consumă numai 30 % energie şi durează de 13 ori mai mult decît lămpile cu incandescenţă; se acordă reduceri la verificarea instalaţiilor de încălzire electrică şi la repararea şi îmbunătăţirea acestora; se acordă reduceri la cumpărarea şi înlocuirea instalaţiilor de climatizare; se efectuează controale periodice gratuite la instalaţiile de iluminat, de încălzire şi de aer condiţionat la şcoli, clădiri publice şi la organizaţii non-profit; se finanţează în condiţii avantajoase programe DSM ale întreprinderilor industriale; se organizează în şcoli cursuri cu caracter teoretic şi practic privind conservarea energiei.

2. Compania Reedy Creek Energy Service INC. din Florida asigură energia electrică, încălzirea, condiţionarea aerului şi alte servicii pentru Walt Disney World, pe o suprafaţă de circa 140 km^2, cuprinzînd parcuri de distracţie, hoteluri, terenuri de sport etc. Compania îşi asigură energia electrică parţial prin centralele proprii şi parţial prin cumpărare de la alţi furnizori. Vîrful de sarcină este de circa 112 MW, iarna, şi 138 MW, vara. Analiza curbei de sarcină a arătat că pentru asigurarea unei părţi a vîrfului de sarcină de la terţi, pentru doar o cantitate de 6 % din energia consumată costurile reprezintă 26,74 % din total [7].

Pentru evitarea acestei situaţii s-a întocmit un program complex şi amănunţit, vizînd reducerea vîrfului de sarcină cu cîte 3 % pe an şi economii de energie, prin măsuri tehnice ca: pomparea apei în timpul nopţii, urmărirea consumului de energie pe computer, introducerea unor noi sisteme de dezumidificare a aerului şi

tratare a apelor uzate, folosirea motoarelor cu turaţie variabilă etc., precum şi măsuri administrative, organizatorice, de instruire şi de comportament al personalului.

Prin prezenta lucrare, autorii pledează pentru introducerea şi aplicarea de măsuri de tip DSM, care să conducă la o gestiune mai bună a energiei finale, în cadrul întregului ciclu de producere - transport - distribuţie - utilizare, în condiţiile ţării noastre, care, trecînd de la sistemul economic centralizat la cel de piaţă liberă, suferă o recesiune dramatică a economiei.

BIBLIOGRAFIE

[1] Patterson, W. *Demand Side Management: de la vest la est.* In: ENERGETICA nr.3/B, mai - iunie 1994.

[2] Rossier, D., Doll, A. *Demand Side Management: Solutions actuelles et Futures.* In : RGE, nr.7, iulie, 1994.

[3] Costin, E., Popescu, O. *Noţiunea DSM şi concepţia românească privind măsurile pentru gestionarea consumului de energie electrică.* A 7-a ediţie a Simpozionului Naţional de Reţele Electrice, Suceava, 1994.

[4] x x x *The Potential Impact of Demand Side Management on Future Electricity Demand.* Raportul Grupei de Lucru (Working Group) 37.03 CIGRE, 1989 februarie.

[5] Schmidt, E. *Demand Side Mangement in the Czech Republic.* Regional Forum WEC - Neptun 1994

[6] x x x *DSM Plan filed by PECO.* In: DA & DSM Monitor, aug., 1994.

[7] x x x *DSM Plans at Walt Disney World.* In: DA & DSM Monitor, martie , 1994

Referent: ing. Vasile Rugină- ICEMENERG, Bucureşti

(Primit la 7 noiembrie 1994, acceptat la 2 decembrie 1994)

Anunţ

Colegiul de redacţie al revistei Energetica a hotărît în şedinţa din 26 aprilie 1994 ca publicaţia noastră să apară cu teme preferenţiale, ţinînd seama de problemele importante ce stau în faţa energeticienilor din România. Ca urmare, autorii sînt invitaţi să se înscrie în aceste teme, avînd în vedere ca acele lucrări vor avea prioritate la publicarea în revistă. Înainte de publicare, lucrările vor fi analizate în cadrul unor discuţii de grup, la care vor participa autorii, referenţii de specialitate, precum şi alţi specialişti în domeniu, invitaţi de Biroul de redacţie.

Temele prevăzute pentru anul 1995 şi perioadele preconizate pentru discuţiile de grup respective sînt următoarele:

SERIA A

1. Situaţia şi perspectivele producerii combinate de energie electrică şi termică în România - 10 martie
2. Sistem de conversie termodinamică cu turbine cu gaze şi cicluri combinate gaze-abur - 15 mai
3. Prelungirea duratei de viaţă şi modernizarea instalaţiilor energetice - 30 iunie
4. Probleme actuale şi de perspectivă ale hidroenergeticii Româneşti - 30 august
5. Planificarea integrată - necesitate pentru utilizarea eficientă a resurselor ţării - 30 octombrie
6. Siguranţa şi funcţionarea instalaţiilor energetice - 30 decembrie

SERIA B

1. Competiţia în sectorul energiei - 31 martie
2. Tehnologii avansate în producţia, transportul şi distribuţia energiei electrice - 5 mai
3. Managementul reţelelor de distribuţie - 16 - 18 iunie
4. Tehnologii de mentenanţe - 30 septembrie
5. Compatibilitatea electroenergetică - 30 noiembrie

Pentru informaţii suplimentare vă rugăm să vă adresaţi la redacţia noastră din: Bd. Energeticienilor nr.8 sector 3. Telefon 322 06 92 sau 321 69 66/251.

Articolul prezintă o analiză a cîtorva aspecte legate de noutatea, actualitatea, utilitatea, limitele şi capcanele pe care le prezintă conceptul de DSM.

Analizînd argumentele pentru promovarea programelor DSM de către furnizorii de energie electrică, precum şi elementele care limitează pătrunderea acestora, autorii prezintă o serie de capcane posibile din practica de pînă acum a aplicării acestor programe.

Se prezintă, de asemenea, argumentele pentru promovarea de către RENEL a programelor DSM.

DEMAND SIDE MANAGEMENT- PRO ŞI CONTRA

ing. GHEORGHE INDRE*
ing. DUMITRU MANEA*

The paper is an analysis of some aspects related to the novelty, present state, usefulness, limits and the traps consistent with the DSM concept.

Analysing the arguments pleading for the DSM programmes promotion by the electricity suppliers as well as those pleading against, the authors present several possible traps met during these programmes application up to the present.

The arguments pleading for RENEL promoting the DSM programmes are also presented here.

Descriptori: DSM

Introducere

Utilizarea raţională a resurselor energetice a constituit o teză formulată încă de la începuturile industriei energetice în România. În **Legea energiei** adoptată în Parlamentul ţării în 1930, la art.2 se preciza: *"Concesiunile şi autorizaţiunile vor fi acordate ţinînd seama de cea mai bună utilizare a izvoarelor naturale de energie, din punct de vedere al intereselor economice naţionale; de posibilitatea unei conlucrări cu alte instalaţiuni printr-o distribuire a energiei în mod unitar; de întrebuinţarea celor mai bune mijloace pentru evitarea risipei de energie; precum şi de condiţiunile de apărare naţională şi siguranţă publică[1].* Se poate observa, aşadar, cu uşurinţă atît preocuparea pentru utilizarea raţională a resurselor energetice, cît şi accentul pus pe evitarea risipei de energie pentru întrebuinţarea celor mai bune mijloace în domeniul utilizării. Analizînd situaţia programelor DSM (Demand Side Management) în diferite ţări ale lumii o serie de autori precizează că *" în timp ce în multe ţări DSM este o formă de modificare a cererii de energie, relativ nouă, anumite forme de DSM sînt folosite în lume după 1930"[2].*

Aceste consideraţii şi încă multe altele de aceleaşi gen, care se pot formula fără prea multă dificultate, ne determină să încercăm o analiză a cîtorva aspecte legate de noutatea, actualitatea, utilitatea, limitele şi capcanele pe care conceptul de DSM le prezintă.

1. Ce este DSM ?

O foarte bună definiţie, acceptată de majoritatea specialiştilor în SUA, este cea dată de Gellings:"**DSM înseamnă planificarea, evaluarea, implementarea şi urmărirea acelor activităţi proiectate de furnizor pentru a influenţa utilizarea energiei la consumatori, cu scopul de a realiza schimbările dorite în curba de consum a consumatorilor, în modul de variaţie a sarcinii acestora şi mărimea acestor sarcini"[3].**

Această definiţie este foarte cuprinzătoare şi ilustrează cîteva trăsături de bază ale conceptului de DSM, şi anume:

- DSM influenţează modelul de consum al consumatorilor, deci comportamentul energetic al acestora;

* Serviciul Tarifare energie electrică şi termică, Divizia Strategie şi Dezvoltare Economică - RENEL

- DSM reduce cererile de putere şi energie fără a afecta efectele utile (încălzire, iluminat, răcire etc.) de care consumatorul are nevoie pentru procesele sale tehnologice;

- DSM trebuie să fie profitabil atît pentru furnizor, cît şi pentru consumatorii săi, nu numai pentru consumatorii participanţi la programele DSM;

- DSM trebuie să includă planificarea, evaluarea, implementarea şi urmărirea programelor propuse. Aceşti paşi sînt necesari pentru a compara opţiunile DSM cu alternativele existente la furnizor şi pentru a le putea considera ca o parte a întregului proces de planificare.

Trebuie precizat că există activităţi diferite de programele DSM, care contribuie şi ele la atingerea obiectivelor acestor programe, deşi în majoritatea cazurilor sînt concepute pentru a se influenţa curba de sarcină. Printre aceste activităţi, putem menţiona: campanii de informare, recomandări tehnice, normarea consumului clădirilor, standarde de eficienţă energetică pentru receptoare şi echipamente, etichetajul, eliberarea de certificate şi alte acţiuni de reglementare.

DSM reprezintă un proces dinamic, influenţa opţiunilor sale asupra curbelor de sarcină putîndu-se modifica de-a lungul orizontului de planificare. După cum curba de sarcină este dinamică şi este de aşteptat să se schimbe în timp, aşa sînt şi consecinţele multor opţiuni DSM.

O problemă semnificativă pentru evaluarea impactului DSM este situaţia consumatorilor care promovează din proprie iniţiativă o parte sau toate acţiunile cuprinse în programele DSM, chiar dacă programele respective nu au fost oferite de furnizor.

2. Argumente pentru promovarea programelor DSM în activitatea furnizorilor de energie

Politicile de dezvoltare a marii majorităţi a companiilor furnizoare de electricitate din SUA şi Europa de Vest sînt construite în ultima vreme pe o viziune nouă în ceea ce priveşte planificarea strategică. Această nouă metodă este cunoscută sub numele de planificarea integrată a resurselor (**I**ntegrated **R**esource **P**lanning - **IRP**), care consideră ansamblul furnizor-consumatori ca pe un întreg, a cărui funcţionare trebuie optimizată astfel încît să se obţină cea mai judicioasă utilizare a resurselor energetice, naturale, financiare, informaţionale etc. Criteriul considerat pentru optimizarea acestei funcţionări este cel al minimizării costurilor, fapt pentru care metoda de planificare utilizată este planificarea la costuri minime (**L**east **C**ost **P**lanning - LCP) [4].

În acest context, programele şi acţiunile DSM sînt folosite ca mijloace pentru IRP, acest fapt constituind unul din factorii care au impus dezvoltarea DSM.

În acelaşi timp, la apariţia şi dezvoltarea programelor DSM au contribuit foarte mult următoarele fenomene:

- criza petrolului din 1973 şi conştientizarea caracterului limitat al resurselor;

- dificultăţi privind dezvoltarea noilor surse de producţie datorită sumelor mari necesare pentru investiţii;

- presiunile exercitate de preţul combustibililor primari şi imposibilitatea creşterii continue a preţurilor la energie electrică;

- dezvoltarea vertiginoasă şi adeseori explozivă a tehnologiilor consumatoare de energie electrică;

- exigenţele impuse de necesitatea protecţiei mediului înconjurător;

- creşterea gradului de informare a tuturor categoriilor de consumatori şi creşterea exigenţei consumatorilor faţă de calitatea serviciului de alimentare;

- creşterea performanţelor pentru tehnicile de măsurare şi control al calităţii energiei livrate prin extinderea utilizării tehnicilor de calcul şi prelucrare automată a unor uriaşe volume de date şi informaţii.

Aceste motive şi încă numeroase altele, care exprimă avantajele utilizării programelor DSM prin creşterea performanţei economice a întreprinderilor furnizoare, au susţinut dezvoltarea şi adoptarea lor pe scară largă, în industria energiei electrice din numeroase ţări ale lumii.

3. Elemente care frînează şi limitează pătrunderea programelor DSM în practica furnizorilor

Principala frînă care s-a pus de-a lungul anilor iniţiativelor DSM a fost atitudinea conservatoare a numeroase persoane de decizie din companiile furnizoare de electricitate. Plecînd de la observaţia, corectă la prima vedere, că orice reducere de consum înseamnă o reducere a veniturilor companiei furnizoare, mulţi

conducători au respins din start ideile DSM. În mentalitatea şi sistemul de gîndire al acestor conducători, misiunea furnizorului trebuie să se încheie la contorul de livrare.

Un alt element de frînare l-a constituit acţiunea factorilor de reglementare care aproba tarifele practicate de furnizor. Neacceptarea unor creşteri de tarife justificate, care să compenseze pierderile înregistrate de furnizor prin reducerea încasărilor poate constitui adesea o stopare a anumitor programe DSM.

Inerţia comportamentală a consumatorilor, neparticiparea lor la programele propuse de furnizor, pot constitui de asemenea impedimente în pătrunderea pe piaţă a programelor DSM.

Justificarea incorectă a necesităţii programelor DSM propuse de furnizor, întemeiată în principal pe principiul calculării costurilor evitate de furnizor, fără a se evidenţia convingător avantajele consumatorilor, este un alt element potrivnic dezvoltării DSM.

Inexistenţa unui cadru juridic şi de reglementare suficient de flexibil, care să permită dezvoltarea iniţiativei furnizorilor şi consumatorilor de energie, inexistenţa unor relaţii furnizor-consumator corecte, întemeiate pe principiile economiei de piaţă, pot, de asemenea, stopa introducerea programelor şi activităţilor DSM în practica furnizorilor.

În jurul fiecăreia din aceste cauze se pot constitui opinii care să încerce să se opună promovării DSM. Practica marilor companii de electricitate din SUA şi numeroase state ale lumii, prosperitatea economică şi financiară dobîndită de acestea prin dezvoltarea unui larg şi deosebit de diversificat evantai de programe DSM, pentru toate categoriile de consumatori (casnic, comercial, instituţii, industrial, agricol etc.), infirmă însă, cu puterea de convingere a cifrelor, toate aceste opinii şi susţin ca unic drum în dezvoltarea viitoare a furnizorilor de electricitate introducerea programelor DSM în practica lor curentă şi viitoare.

Experienţa arată că mulţi consumatori refuză implementarea soluţiilor eficiente energetic, chiar cînd durata de recuperare a investiţiilor aferente este mai mică de 1 an. Sînt multe motive pentru explicarea acestui fenomen şi înţelegerea şi cunoaşterea lor este unul din punctele cheie ale proiectării programelor de eficienţă. Printre motivele identificate pînă acum putem include următoarele:

3.1. Primordialitatea celor mai mici costuri

Investitorii care intenţionează să construiască şi să vîndă o clădire comercială manifestă un foarte mic interes pentru investirea în echipamente şi dotări costisitoare, care ar permite în viitor reducerea costurilor de exploatare a clădirii. Bunurile care sînt cumpărate pe baza unei oferte se aleg, de regulă, funcţie de costul pe bucată, fără a se lua în considerare influenţa asupra reducerii costurilor de exploatare. De exemplu, la multe clădiri comerciale unde s-a acceptat înlocuirea lămpilor standard de 40 W cu lămpi eficace, s-a constatat că după primul ciclu de schimbare a acestor lămpi inventarul a fost completat tot cu lămpi de 40 W. De dragul economisirii a 0,30 $/lampă, s-au pierdut 1,25 $ (costul energiei care s-ar fi economisit) pe durata de viaţă a lămpii [5].

3.2. Bariere instituţionale

Există adeseori reglementări şi acte normative instituite pentru utilizarea fondurilor sau resurselor financiare care, deşi bine intenţionate în viziunea promotorilor lor se constituie în adevărate obstacole pentru promovarea eficienţei energetice. Un exemplu prezentat în literatură se referă la o reglementare impusă de Ministry of Housing din Ontario, Canada. Limitarea valorii maxime stabilite pentru o locuinţă non-profit, a dus la adoptarea în peste 80 % din proiecte a sistemului de încălzire electrică, datorită costului mai mic al instalării. Costurile de exploatare erau de două pînă la trei ori mai mari decît alternativa încălzirii pe gaze. Aceste costuri de exploatare erau suportate, totuşi, de ocupanţii locuinţelor, cu venituri mici, sau de plăţi făcute prin asistenţă socială de la alte departamente sau alte niveluri ale guvernului.

Pentru a rezolva consecinţele adunate în mai mulţi ani de decizii incorecte privind sistemele de încălzire, Ontario Hydro a realizat un program de retehnologizare a locuinţelor non-profit, destinat să reducă consumul de energie electrică şi să uşureze povara facturilor pentru electricitate la aceste categorii de consumatori.

Încercările de reglementare cu caracter administrativ trebuie privite întotdeauna critic, pentru a avea o imagine clară a consecinţelor lor pe termen lung.

3.3. Bariere tehnice

Progresele tehnologice oferă numeroase posibilităţi de economisire a energiei prin creşterea eficienţei de utilizare. Din păcate, noile tehnologii nu sînt îmbrăţişate întotdeauna foarte repede de factorii de decizie ai consumatorilor. Există uneori o tendinţă de solidarizare împotriva celor mai recente şi performante tehnologii. De exemplu, în realizarea noilor construcţii, proiectanţii, inginerii şi arhitecţii preferă metodele şi tehnicile tipizate, care sînt mai comode. Această soluţie înseamnă pentru ei economie de timp şi evitarea răspunderilor şi complicaţiilor care ar putea deriva din poziţia de pionierat în introducerea unor soluţii şi rezolvări noi.

3.4. Lipsa de informaţii

Teoria economică foloseşte ipoteza că piaţa oferă informaţia perfectă. Practica demonstrează însă că nu este aşa, în special în domeniul utilizării eficiente a energiei sau adoptării soluţiilor energetice alternative.

Marea majoritate a oamenilor sînt şocaţi cînd li se spune că becul electric reprezintă numai 4 % din costul iluminatului electric, 8 % îl reprezintă costurile cu munca vie şi restul de 88 % îl reprezintă costul electricităţii. Cînd Ontario Hydro a efectuat cercetarea de piaţă pentru a afla de ce pătrunderea lămpilor electrice eficiente se face aşa de greu în sfera magazinelor de vînzare cu amănuntul, în condiţiile în care 50 % din factura pentru electricitate a acestor magazine o reprezintă iluminatul electric, a descoperit că majoritatea proiectanţilor de magazine cu amănuntul nu ştiau deloc care era costul electricităţii în ponderea costurilor totale de exploatare a clădirii. Ontario Hydro a îndepărtat această barieră prin dezvoltarea unui sistem de informare şi instruire pentru proiectanţii de interioare, completat cu campanii promoţiale menite să stimuleze interesul factorilor de decizie din domeniul vînzărilor cu amănuntul.

Aceste cîteva sumare exemplificări oferă o imagine asupra obstacolelor care apar în promovarea programelor DSM ale furnizorilor de electricitate.

4. Capcane posibile şi lecţii învăţate din practica de pînă acum a DSM

Experienţa acumulată în aproape 20 de ani de aplicare a programelor şi iniţiativelor DSM se poate constitui în bază de analiză pentru identificarea tuturor capcanelor şi erorilor posibile, care trebuie înţelese şi evitate.

Prima observaţie care se poate formula în acest context este legată de dezvoltarea birocratică a numeroase aspecte legate de activităţile DSM, începînd de la însăşi formularea iniţială a conceptului, care, după părerea anumitor specialişti, ar trebui revăzută şi înlocuită cu formularea *"politică a furnizorului"*, centrată, dezvoltată în jurul intereselor consumatorilor săi. Se subliniază faptul că, în această viziune, conservarea energiei nu este un scop în sine, ci ceea ce contează, sau ar trebui să conteze, este creşterea bunăstării consumatorilor şi a calităţii serviciilor pe care furnizorii de energie electrică le oferă altora.

Al doilea aspect relevat într-o analiză critică a dezvoltării programelor DSM este unul deja amintit, şi anume întemeierea justificării acestora pe costurile evitate de furnizor. La o analiză critică o asemenea justificare poate duce la dezvoltarea calităţii serviciilor prestate de furnizor, sub pretextul că în acest mod se realizează şi o reducere a costurilor consumatorului, adeseori fără ca acesta să fie interesat de acest aspect.

Utilizarea subvenţiilor pentru dezvoltarea şi susţinerea programelor DSM se dovedeşte a fi o a treia cauză pentru care aceste programe pot eşua şi nu pot convinge nici consumatorii să participe, nici furnizorii să le iniţieze. Acţiunile şi programele trebuie, aşadar, astfel concepute încît să poată sta *"pe picioare proprii"* din punct de vedere financiar.

Neconsiderarea tuturor costurilor implicate de realizarea programelor DSM, inclusiv costurile activităţilor birocratice şi de reglementare pe care aceste programe le presupun, precum şi alocarea incompletă sau incorectă a acestor costuri se cere de asemenea conştientizată şi evitată. Justificările economice, care în loc să considere costurile totale se referă numai la creşterile de costuri, trebuie eliminate şi evitate pentru a obţine o evaluare corectă şi credibilă a tuturor programelor DSM.

Sofisticarea exagerată a studiilor şi consultanţelor care să susţină şi să argumenteze necesitatea programelor DSM şi beneficiile pe care ele pot să le producă este o altă capcană, atît pentru furnizori, cît şi pentru consumatori. DSM trebuie să se întemeieze pe acţiuni clare, precise şi uşor de transpus în fapt, ale căror avantaje să se ilustreze prin beneficiile economice şi financiare ale furnizorului şi printr-o creştere substanţială a calităţii servicilor prestate de furnizor pentru

consumatori şi a gradului de satisfacere a exigenţelor acestora din urmă.

5. Argumente pentru promovarea de către RENEL a programelor DSM

În condiţiile energetice specifice României, utilizarea eficientă a energiei este una din cerinţele majore care condiţionează viitorul şi bunăstarea societăţii româneşti. Principalele realităţi care susţin cu tărie această afirmaţie sînt:

- caracterul energointensiv pentru numeroase ramuri şi produse industriale cum sînt: industria aluminiului, metalurgia feroasă, petrochimia şi celelalte ramuri ale industriei chimice anorganice, industria cimentului, industria de utilaj greu etc.;
- tehnologiile învechite folosite şi gradul de uzură fizică şi morală a numeroase utilaje şi linii tehnologice folosite în industria românească;
- climatul temperat continental excesiv al ţării, care determină existenţa unui sezon rece prelungit, ce reclamă mari consumuri energetice pentru încălzirea spaţiilor şi a locuinţelor în vederea asigurării unui minimum de confort;
- structura capacităţilor de producţie ale RENEL în care o pondere importantă o reprezintă centralele termoelectrice pe cărbune inferior (lignit exploatat în cariere de suprafaţă) cu consecinţe asupra mediului înconjurător ale căror efecte sînt din păcate de lungă durată;
- sărăcia resurselor energetice interne ale ţării care impun recurgerea la importuri mari de combustibil, în principal păcură, adeseori cu mare concentraţie de sulf, cu consecinţe iremediabile asupra mediului şi asupra instalaţiilor energetice de producere (cazane, turbine etc.);
- insuficienta izolare termică a blocurilor de locuinţe din marile cartiere construite în majoritatea oraşelor din ţară în deceniul 9, ceea ce determină pierderi însemnate de energie la încălzirea acestora, precum şi costuri mari de modernizare şi întreţinere.

Aceste considerente de bază justifică promovarea de către RENEL a unor programe DSM, care să contribuie la utilizarea raţională a resurselor energetice şi la îmbunătăţirea relaţiilor dintre furnizorul de energie şi consumatorii săi.

În această primă perioadă, RENEL a încercat să vină în sprijinul eficienţei energetice în industrie prin promovarea a două programe de creştere a eficienţei de utilizare a energiei la Petro Brazi SA Ploieşti şi la Petrotel SA Teleajen, două mari unităţi ale industriei petrochimice din România.

S-au finanţat studii şi se au în vedere programe pentru îmbunătăţirea sistemului de termoficare din Bucureşti şi împreună cu consultanţi şi colaboratori străini se lucrează la realizarea unor proiecte pilot privind introducerea acţionărilor cu turaţie variabilă în industria românească.

ICEMENERG, prin competenţa specialiştilor săi, a iniţiat programe de cercetare şi inginerie tehnologică menite să vină în întîmpinarea tuturor categoriilor de consumatori care doresc să-şi amelioreze eficienţa energetică, conştienţi fiind că în acest mod îşi reduc şi costurile de producţie şi deci îşi îmbunătăţesc eficienţa economică.

Una din metodele prin care RENEL contribuie la promovarea eficienţei economice a consumatorilor săi, este revederea politicii sale tarifare, proiectarea tarifelor pe baza costurilor reale de producţie, diversificarea sistemului de tarifare, astfel încît prin semnalele transmise, tarifele să determine consumatorii să se preocupe de o cît mai corectă şi profesională gestionare a energiei.

Concluzii

Din cele prezentate şi din încercarea de a privi critic procesele DSM, desprindem următoarele concluzii:

- DSM este un drum pe care furnizorii îl vor urma obligatoriu ca pe o cerinţă impusă de analize economice sănătoase şi realiste. Este de preferat ca parcurgerea acestui drum să se facă sistematic pe bază de programe judicios întocmite şi suficient de flexibile pentru a putea modela complexele aspecte ale realităţii.
- Neacceptarea introducerii DSM în practica furnizorilor de electricitate, în condiţiile economiei de piaţă, va conduce la pierderi economice ireparabile pentru furnizori şi care vor fi puternic resimţite de societate.
- Aplicarea acestor noi sisteme de planificare trebuie făcută pe baza înţelegerii corecte a tuturor aspectelor şi evitarea erorilor care pot fi desprinse din activitatea companiilor cu experienţă în domeniu.
- În strategia RENEL un capitol important îl reprezintă îmbunătăţirea eficienţei energetice la consumatori prin programe iniţiate şi susţinute activ de către regie.

BIBLIOGRAFIE

[1] x x x *Legea asupra energiei*, Monitorul Oficial nr. 148, 7 iulie 1930.

[2] x x x *Australia takes new look at demand-side management*, Electric Power International, SUA, iunie 1993.

[3] x x x *What role could IRP and DSM play to increase the efficiency in the electricity sector ?*, TAROPT's Report, UNIPEDE, Paris, Franţa, iunie 1994

[4] L e o n e , R . *Why Increasing Value is Better Than Avoiding Cost*, 6-th National DSM Conference, Miami Beach, SUA, martie 1993.

[5] F r a s e r , M . *The Mythes of Demand Management*, ICEC, Graz, Austria, 1991.

Referent: ing. Vasile Rugină - ICEMENERG, Bucureşti

(Primit la 12 noiembrie 1993, acceptat la 25 aprilie 1994)

Manifestări tehnico-ştiinţifice

CONFERINŢA INTERNAŢIONALĂ DA/DSM EUROPE' 94

În perioada 27 - 29 septembrie 1994 a avut loc la Paris, în sălile de conferinţe ale Palatului Congre-selor, prima conferinţă şi expoziţie europeană DA/DSM, organizată de PENWELL CONFERENCE & EXHIBITION. Atît conferinţa, la care au participat 757 de delegaţi din 37 de ţări, cît şi expoziţia s-au bucurat de un real interes din partea participanţilor şi vizitatorilor. La conferinţă a fost prezentă şi o delegaţie a RENEL, cu reprezentanţi din DSDE, DGTDEE, FDEB şi FRE Tîrgu Jiu.

În prima zi a avut loc o sesiune plenară, cu participarea tuturor delegaţilor prezenţi. În cuvîntul de deschidere, dl.Michel Francony - vicepreşedintele executiv al EdF/GdF a făcut o trecere în revistă a stadiului programelor de DSM la EdF/GdF, subliniind importanţa comunicării bidirecţionale cu clienţii. Este esenţială transmiterea către clienţi a informaţiilor referitoare la produsele şi tehnologiile disponibile, pentru ca aceştia să facă o alegere în cunoştinţă de cauză în cadrul programelor de DSM. Pe de altă parte, companiile de electricitate trebuie să cunoască perfect nevoile clienţilor săi, dorinţele acestora şi chiar să anticipeze comportamentul lor.

Dl. Hans Jorgen Koch, directorul pentru tehnologii energetice, cercetare şi dezvoltare în cadrul Agenţiei Internaţionale pentru Energie, cu sediul la Paris, a făcut o analiză a viitoarelor companii de electricitate comparativ cu actualele companii petroliere, care, pe lîngă produsul principal, oferă şi o gamă largă de servicii, servicii la care ar trebui să se gîndească în viitor şi companiile de electricitate. În ceea ce priveşte cele cinci programe de automatizare a distribuţiei şi DSM a AIE, în diferite stadii în prezent (din care două în SUA), au alocate un buget de 5 mil. USD, în ele fiind implicate companii din 14 ţări. Dl. Koch a subliniat, de asemenea, rolul crescînd al ţărilor în curs de dezvoltare pe piaţa energiei, prin creşterea cererii, avînd în vedere o dublare prognozată a consumului de energie pe locuitor în aceste ţări la nivelul anului 2010.

Dl. Armand Cooling, şef de departament în cadrul Direcţiei Generale Energie a Comisiei Comuni-tăţii Europene, cu sediul la Bruxelles, a descris programele comunitare de planificare integrată a resurselor (IRP), subliniind faptul că ar fi de preferat ca, în factura fiecărui consumator de energie electrică să apară în mod distinct costurile măsurilor de DSM. Comunitatea Europeană nu împărtăşeşte ideea ca pe anumite pieţe ale energiei măsurile de DSM să fie subvenţionate încrucişat pentru a stimula economia de energie.

Dna. Linda Finley, director pentru planificare şi automatizare la Snohomish County of Public Utility District din SUA, a prezentat problematica DSM în SUA, unde, peste 3000 de organizaţii separate au dezvoltat de multe ori programe comune în avantajul atît al companiilor, cît şi al clienţilor. S-a subliniat, de asemenea, importanţa colaborării companiilor din SUA cu companiile europene în vederea extinderii acţiunilor de DSM.

Tot în prima zi a conferinţei, în cadrul celei de a doua sesiuni tehnice paralele s-au prezentat o scric de comunicări pe două teme majore:

- strategia automatizării distribuţiei; şi - strategia DSM.

Au fost prezentate puncte de vedere ale unor autori din Italia, Germania, Rusia, Polonia, Danemarca, Norvegia, Franţa, Suedia, Olanda şi Marea Britanie, toate subliniind importanţa celor două problematici în companiile de electricitate din ţările amintite.

ing. Dumitru Manea
Reprezentantul RENEL în
Comitetul de Program DA/DSM Europe

(continuare în pagina 32)

MANAGEMENTUL UTILIZĂRII ENERGIEI ÎN ROMÂNIA. CONCEPŢIA ROMÂNEASCĂ, REALIZĂRI, PERSPECTIVE

Istoria energeticii româneşti din ultimii 40 de ani a consemnat o serie întreagă de iniţiative ce se înscriu într-o concepţie unitară de stimulare a eficienţei economice în energetică. Managementul utilizării energiei în România a devansat preocupările la nivel mondial cunoscute sub denumirea de DSM, apărute după 1973, în condiţiile provocate de criza petrolieră.

Lucrarea trece în revistă istoricul realizărilor româneşti în domeniul managementului energiei (aplatisarea curbelor de consum prin măsuri tarifare şi iniţiative contractuale, introducerea conceptului de consumator tampon, ameliorarea factorului de putere, introducerea orei de vară etc.), precum şi perspectivele actuale.

The history of romanian energetics over the last 40 years shows a whole series of measures to go with a unitary conception of stimulating the economic efficiency in the power industry. The management of energy use in Romania has foregone the world activities known as DSM, that appeared after 1973, as a result of the oil crisis.

The present paper reviews the history of romanian achievements in the field of energy management (load curve flattening stimulation through tariff measures and contract agreements, introducing the concept of adjustable load consumers, load factor improvement, summer time etc.) as well as the present prospects.

dr. ing. EMIL COSTIN*
ing. OANA POPESCU*

Descriptori: utilizarea energiei, management, România

În anul 1963 intra în funcţiune în ţara noastră, la iniţiativa Inspecţiei Generale Energetice, primul consumator tampon - Instalaţia de cracare catalitică a acetilenei de la Borzeşti - care deplasa puterea de 35 MW din vîrful de sarcină în restul curbei (2 % din puterea maximă absorbită la vîrf în acel an). La acea oră noţiunea de DSM (Demand-Side Management) încă nu-şi făcuse apariţia, iar preocupările pentru creşterea eficacităţii economice a funcţionării sistemului erau lăsate pe seama celor "săraci" în ale energeticii.

Măsura introducerii consumatorilor tampon nu a fost singulară. Ea a făcut parte dintr-un ansamblu de măsuri strategice, pe care specialiştii le-au adoptat pentru a permite dezvoltarea energetică cu eforturi economico-financiare cît mai reduse. Importanţa activităţii de optimizare a sistemului energetic, cunoscută azi în lume sub termenul generic de "Supply Side Management" (gestionarea alimentării cu electricitate) a fost recunoscută de la început. Proiectarea sistemului a beneficiat de sistemele automate de calcul încă de la începuturile apariţiei ordinatoarelor, în anii 1961-1962. În paralel cu această activitate, încă din deceniul cinci, au fost jalonate liniile principale ale unei strategii de relaţii între furnizorul de electricitate şi consumatori. Aceasta a permis obţinerea de rezultate semnificative privind creşterea intensităţii utilizării instalaţiilor şi implicit reducerea costurilor electricităţii furnizate consumatorilor.

* Institutul de Studii şi Proiectări Energetice, Bucureşti

Printre direcţiile strategice care s-au impus în perioada anilor 1950, 1960 şi ale căror roade s-au făcut simţite pînă în prezent, la loc de frunte se află activitatea de organizare a relaţiei furnizor-consumator. Aceasta s-a concretizat prin elaborarea unui regulament de furnizare a electricităţii, care aducea acest domeniu la nivelul la care se situa în celelalte ţări cu tradiţie mult mai bogată în domeniu. În anumite direcţii se poate afirma că reglementările introduse au devansat cu circa 15-20 ani preocupări generalizate în alte ţări abia în anii '80.

Pe lîngă introducerea consumatorilor tampon, principalele orientări strategice ale energeticii româneşti a anilor '60 în domeniul relaţiilor cu consumatorii au fost:

- stimularea prin preţ a transferării de consum din zonele de vîrf ale curbei de sarcină în alte zone (tarife binome, tarife monome cu diferenţiere pe zonele zilei);
- atragerea, prin preţ, a unor consumatori de alte forme de energie către electricitate în zona de gol de noapte a curbei de sarcină (încălzire cu acumulare de căldură a apei menajere, a spaţiului);
- stimularea prin tarife adecvate a creşterii consumului rezidenţial de electricitate, măsură cu certe influenţe asupra nivelului de trai al polulaţiei;
- cointeresarea consumatorilor în compensarea puterii reactive prin măsuri financiare adecvate situaţiei;
- constrîngerea consumatorilor, prin prevederi contractuale, să-şi precizeze - deci să-şi examineze şi să-şi cunoască - necesităţile de putere şi energie electrică pentru perioada contractuală, pentru perioadele de vîrf ale curbei de sarcină şi pentru restul timpului.

Rezultatele activităţii depuse în domeniul gestionării relaţiilor furnizorului de electricitate cu consumatorii au fost:

A. În problema consumatorilor tampon: Un studiu elaborat de Inspecţia Generală Energetică în anul 1968 arată că la acea dată se aflau în funcţiune următorii consumatori tampon:

- staţia de craçare catalitică a gazului metan de la Combinatul Chimic Borzeşti;
- cuptorul nr.4 de carbid de la Combinatul Chimic Tîrnăveni;
- fabricile de ciment Turda, Medgidia, Fieni şi Tîrgu Jiu.

Astfel, în 1968 a fost obţinută o reducere a puterii la vîrful sistemului în medie cu 72,15 MW sau 1,8 % din puterea maximă absorbită în acel an.

În anii următori au fost elaborate studii pentru găsirea altor posibilităţi de convertire a unor consumatori în consumatori tampon. S-a constatat cu acea ocazie (în 1974) că prin trecerea în regim de consumator tampon a cuptoarelor electrice pentru producerea oţelului s-ar fi obţinut reduceri ale puterii la vîrful sistemului de ordinul a 200 MW. Această recomandare nu a fost însă niciodată tradusă în practică, din considerente extraenergetice.

Ulterior, în anii '80, prin apariţia de noi fabrici de ciment şi amplificarea consumatorilor tampon existenţi, s-au evidenţiat reduceri de putere la vîrful sistemului de ordinul 155 MW, fără a se ţine seama de contribuţia instalaţiilor de irigaţii, a căror funcţionare sezonieră în perioada de vară a fost stabilită prin proiect în principal în afara vîrfului sistemului.

În momentul actual, prin trecerea la economia de piaţă nu mai este posibilă dezvoltarea consumatorilor tampon, în accepţiunca anterioară. Acestui tip de consumatori ar urma să i se substituie reglementări tarifare, care să stimuleze consumatorii să-şi restrîngă consumul în timpul vîrfului sistemului. De asemenea, pe măsura capitalizării furnizorilor de electricitate, aceştia ar putea considera oportun ca în anumite cazuri specifice să acorde credite pentru trecerea unor consumatori în regimuri de funcţionare similare celor ale vechilor consumatori tampon.

B. În problema aplatisării curbelor de sarcină în sistemul energetic, deşi rezultatele obţinute au fost evidente, nu este practic posibil să se precizeze care este ponderea fiecăreia dintre măsurile luate. Aceasta, cu atît mai mult cu cît au fost perioade în care cauze specifice au determinat luarea de măsuri excepţionale de restrîngere a consumului în raport cu cel ce ar fi avut loc în mod natural. De exemplu, în perioada 1962-1964, întîrzierile în planificarea dezvoltării sistemului au dus la o lipsă de putere în sistem, care a obligat la impunerea de restricţii de consum; întîrzierile au determinat şi adoptarea de măsuri pentru aplatisarea forţată a curbelor de sarcină. Aceeaşi situaţie de aplatisare forţată a avut loc şi în perioada 1984-1989, din tendinţa de a reduce importurile de combustibil.

Incidenţa unui număr mare de factori ce concură la modificarea formei curbelor de sarcină împiedică determinări riguroase ale contribuţiei fiecăruia dintre factori la efectul total. Practica a arătat, însă, că în special iniţiativele tarifare au efecte benefice, cu condiţia ca ele să fie clare, simple şi însoţite de o activitate bine susţinută de educare şi informare a consumatorilor cu privire la avantajele ce pot decurge pentru ei.

C. Compensarea puterii reactive la consumatori este o măsură menită să reducă circulaţiile de putere reactivă şi -odată cu acestea- pierderile de energie şi putere; realizarea compensării a fost condiţionată prin penalizări sau bonificaţii ce se aplicau consumatorilor pentru abateri de la factorul de putere neutral. În acest mod, în mai puţin de zece ani s-a ajuns ca de la valori sub 0,7 factorul de putere în sistem să fie, în 1973, de 0,93-0,95. În această situaţie s-a trecut la aplicarea de preţuri pentru energia reactivă, ca măsură aptă să menţină valorile factorului de putere în limite de eficienţă normală.

D. Măsuri cu caracter administrativ: pe lîngă reglementările relaţiilor contractuale între furnizor şi consumator au fost iniţiate acţiuni pentru programarea reviziilor şi reparaţiilor utilajelor consumatorilor în perioadele de sarcină maximă ale sistemului, măsuri pentru echilibrarea încărcării pe cele trei schimburi de protecţie şi altele. În perioadele de deficit acut de putere (anii 1963-1964 şi 1986-1989) s-a recurs şi la duminica rotativă.

Dar rezultatele cele mai evidente le-a avut introducerea orei de vară, prin decalarea orarului oficial cu o oră în perioada de vară. Această măsură, introdusă temporar în România şi în perioada interbelică, a fost propusă de specialiştii din energetică încă din anul 1973, dar a fost oficializată abia în 1979. Calculele efectuate au arătat că în primii doi ani de aplicare (1979 şi 1980) reducerea de putere datorată acestei măsuri a fost de 6,8%, respectiv 7,1 % faţă de maximul anual, economia de energie electrică reprezentînd 0,37 % şi 0,43 % din consumul anual.

Evoluţia economiei româneşti către principiile economiei de piaţă creează în prezent condiţii pentru activităţile de DSM.DSM este un concept global, integrat pe patru niveluri de acţiune:

- domeniul economic şi tarifar;
- domeniul comercial-marketing;
- domeniul tehnic;
- domeniul legislativ şi financiar.

Dintre acestea, tariful este mijlocul cel mai eficient de a coordona raportul cerere/ofertă. El joacă un rol foarte important în evoluţia sistemului electroenergetic şi în deciziile pe care le ia consumatorul. Este, de asemenea, metoda cea mai economică pentru furnizor.

În general, costurile implicate de măsurile DSM sînt reduse în raport cu valoarea rezultatelor ce pot fi obţinute de pe urma acestor măsuri. De aceea, s-a încetăţenit ideea - valabilă bineînţeles în anumite limite - că este mai ieftin să cheltuim în economisirea energiei, decît în dezvoltarea surselor pentru acoperirea necesităţilor energetice în creştere.

Multe din măsurile DSM au drept costuri cheltuielile privind activitatea educativă a consumatorilor şi modernizarea unor sisteme informaţionale (măsură, telecomandă etc.).

Ameliorarea sistemului de preţuri pentru energie electrică şi termică este în prezent o preocupare de esenţă în condiţiile economici de piaţă. În acest context sînt în curs lucrări pentru trecerea la preţuri bazate pe conceptul costurilor marginale, care urmează să asigure relaţii cît mai flexibile între furnizori şi consumatori, spre avantajul reciproc.

Furnizorul trebuie să ofere mai multe grile tarifare, din care consumatorul să-şi poată alege acel tarif care corespunde cel mai bine necesităţilor, situaţiei şi posibilităţilor sale. În acest fel se ţine seama de necesitatea cointeresării în cît mai mare măsură a consumatorilor în participarea la reglarea curbei de sarcină.

Examinarea oportunităţii diferenţierii tarifelor după orele din zi, zilele săptămînii şi anotimpuri a arătat că, cel puţin în momentul actual, diferenţierea pe perioade din zi (vîrf, rest etc.) aplicată astăzi, este singura potrivită pentru a fi menţinută şi extinsă.

Se poate pune în discuţie şi oportunitatea introducerii unui tarif preferenţial de noapte, atît pentru transferarea sarcinii din zonele de vîrf în perioada de noapte, cînd sarcina este minimă, cît şi pentru convertirea la electricitate a unor consumatori de alte tipuri de energie. Acest tarif este aplicabil în special consumatorilor casnici pentru instalaţii de încălzire cu acumulare de

căldură a apei menajere şi a spaţiului. Introducerea tarifului preferenţial de noapte se consideră a avea în general o influenţă favorabilă de lungă durată asupra curbei de sarcină a sistemului, chiar dacă uneori avantajele cantitative precise ale acestei măsuri sînt dificil de calculat.

O altă problemă este oportunitatea introducerii tarifelor pentru furnizări cu restricţii preavizate, care constau într-o înţelegere între furnizor şi consumator, prin care acesta din urmă acceptă, în schimbul unor avantaje financiare, să fie alimentat - în anumite perioade scurte de timp - cu restricţii prestabilite; aceste restricţii pot fi puse sau nu în practică, în funcţie de condiţiile funcţionării sistemului.

În afara măsurilor din domeniul tarifar, RENEL trebuie să aibă în vedere şi alte acţiuni DSM, specifice economiei de piaţă. Pe de o parte, este vorba de o activitate permanentă şi susţinută în domeniul comercial-marketing, de informare a consumatorilor: organizarea unor centre de consultanţă pentru consumatorii casnici şi agenţii economici; elaborarea, tipărirea şi difuzarea gratuită către consumatori a unor materiale; realizarea unor filme de prezentare etc. În ţările dezvoltate campaniile de informare ocupă locul doi (după tarifele pe perioade din zi) în topul strategiilor DSM.

Acţiunile DSM de amploare (acţiuni tehnice) presupun recuperarea cheltuielilor făcute de furnizor fie prin introducerea în tarif a unei componente distincte, în cazul în care este vorba de măsuri generale, fie prin recuperarea cheltuielilor direct de la consumatorul care este beneficiarul de drept al acţiunii. Efectuarea de investiţii ale furnizorului în instalaţii ale consumatorului trebuie să fie susţinută de demonstrarea eficienţei economice a acesteia pentru ambele părţi pe baza unui calcul de eficienţă cost/beneficiu şi să fie însoţită de prevederi clare cu privire la modalităţile de recuperare a cheltuielilor efectuate.

În încheierea acestui scurt istoric despre concepţia şi realizările româneşti în domeniul gestiunii relaţiilor cu consumatorii trebuie să amintim pe cei care, graţie eforturilor şi profesionalismului, au contribuit la realizări de prestigiu, în condiţiile, adesea extrem de dificile, ale ultimilor cincizeci de ani. Numele lui Nicolae Moldoveanu, Ioan D. Stăncescu, Anatol Schwefelberg, Ioan Herescu, Adrian Georgescu şi al multor altora vor rămîne pentru totdeauna legate de realizările energeticii româneşti din aceşti ani.

NOTĂ. Pentru elaborarea prezentului articol au fost consultate următoarele lucrări:

1. ISPE-ICEMENERG, Strategii de implicare RENEL în utilizarea eficientă a energiei în sectorul de consum, posibilităţi şi limite de aplicare a DSM, decembrie 1993.
2. ISPE, Studiu privind condiţii tehnice de dimensionare a consumatorilor tampon de energie electrică şi determinarea eficienţei lor economice, septembrie 1975.
3. ISPE, Studiu privind extinderea consumatorilor tampon în diferite ramuri ale industriei, decembrie 1974.
4. Costin Emil ş.a. Criteres économiques relatifs au réglage des courbes de charge a l'aide des consommateurs réglables. A IX-a Conferinţă Internaţională de Energetică Industrială, Bucureşti, 1978. Raport S 4/30.
5. Costin Emil ş.a. Techniques pour influencer l'aplatissement des courbes de charge en Roumanie. Applications, résultats. Nations Unies. Commission économique pour l'Europe. Comité de l'Energie Electrique. Séminaire sur les perspectives a moyen et a long terme de l'industrie de l'énergie électrique. Londra 1981. EP/SEM.8/r.40.
6. ISPE, Sistem de tarife diversificat pentru energie electrică bazat pe costuri marginale, prevăzut să permită dialogul furnizor-consumator, decembrie 1994.

Referent: ing. Gheorghe Indre - RENEL

(Primit la 16 noiembrie 1994, acceptat la 11 ianuarie 1995)

SOLUŢII DE APLICARE A MĂSURILOR DSM ÎN SISTEMUL ENERGETIC DIN ROMÂNIA

dr. ing. JEAN CONSTANTINESCU *,
ing. VASILE RUGINĂ *

În România, furnizorul de electricitate a desfăşurat activităţi tip DSM încă din perioada de formare a SEN. În deceniul trecut, pe fondul gravei crize energetice, s-a încercat echilibrarea balanţei producţie-consum prin reducerea sarcinii. Acest lucru a avut efecte tehnico-economice profund negative, atît la furnizor, cît şi la consumatori. În perioada actuală tot mai mulţi specialişti devin partizanii unui DSM autentic.

Aplicarea tarifelor diferenţiate a condus deja la rezultate bune în reglarea curbei de sarcină.

Strategia de dezvoltare a RENEL poate include printre priorităţi activităţi R & D, noi tipuri de receptoare care pot funcţiona în regim de consumator tampon şi participarea efectivă la realizarea investiţiilor respective cu recuperarea cheltuielilor.

În acest moment există factori de conjunctură nefavorabili adoptării de opţiuni de management al energiei, dar ei sînt temporari. Chiar în această etapă sunt posibile opţiuni DSM eficiente în sectorul casnic sau la marii consumatori industriali.

Pentru realizarea unei creşteri a vînzărilor de electricitate, RENEL trebuie să realizeze un program de R & D privind tehnologii eficiente de utilizare a energiei electrice. Acest program a fost demarat şi este în curs de realizare la ICEMENERG.

Romania's electricity supplier has been carrying out DSM-like activities ever since the National Power System (NPS) came to being.

In the 80's due to the shortage of fuel resources and the low reliability of equipment the electricity supply and demand were balanced even by shedding down the consumers. The adverse effects on both the demand and the supply sides were soon to be seen.

Now that electricity prices have been aligned to world levels the survival of the energy-intensive domestic industry, facing a tough overnight competition, is recognized as being energy efficiency dependent. The high dependency of the power industry on imported fuels (23.1% in 1993), on the other hand, indicate curtailment of economy energy intensity as a major source for hard currency able to provide funds for urgent retrofitting programmes.

Yet there are some non-negligible, though circumstantial factors that prevent implementation of large-scale DSM programmes in Romania at present: lack of proper legislation to enable RENEL, a national state - owned vertically integrated electricity and heat utility, to invest at its client's and to harmonize the electricity prices with DSM total expenditure; incomplete legislation on environmental protection; overcapacity existing in power plants, following sharp load decrease in the transition period.

* Institutul de Cercetări şi Modernizări Energetice - ICEMENERG, Bucureşti

Descriptori : DSM, sisteme electroenergetice, eficienţa energiei

Introducere

În perioada energiei ieftine şi disponibile, politica companiilor de electricitate constă, de regulă, în acoperirea integrală a cerinţelor consumatorilor. Creşterile rapide din anii '70 ale preţurilor combustibililor şi ale valorii investiţiilor în instalaţiile energetice a dus la apariţia unor noi opţiuni în faţa acestor companii.

A fost elaborat şi aplicat conceptul "planificării integrate a resurselor" (IRP) şi în cadrul acestuia s-a dezvoltat managementul energiei la utilizator (DSM). DSM reprezintă acele activităţi desfăşurate de către compania de electricitate cu scopul de a induce o folosire raţională a energiei la consumatori şi are două componente:

- reglarea puterii;
- creşterea eficienţei energiei.

Măsuri DSM au fost aplicate nesistematic de multă vreme, inclusiv în România. Managementul energiei la utilizator, ca parte componentă a planificării integrate a resurselor, a fost însă elaborat şi fundamentat în SUA; tot acolo a început aplicarea sa organizată pe scară largă. În momentul de faţă societăţile americane de electricitate au o experienţă considerabilă în acest domeniu. În tabelul 1 se prezintă impactul prognozat al măsurilor DSM în anul 2000 la nivelul acestei ţări.

Tabelul 1

	Reducerea cererii anuale de energie		Reducerea puterii la vîrf	
	[GWh]	[%]	[GW]	[%]
Consum casnic	15 586	1,3	11,0	5,6
Consum comercial	33 310	3,1	12,6	4,8
Consum industrial	57 256	1,3	21,0	11,8
TOTAL	106 134	1,6	44,6	7,1

Exemplul american a fost urmat şi de alte ţări.

Nivelul şi formele de aplicare ale DSM depind de situaţia existentă într-un anumit loc şi într-o anumită perioadă (cadru legislativ, structura producţiei şi a consumului de electricitate, accesul la energia primară etc.).

Scurt istoric

În România, furnizorul de energie electrică a desfăşurat activităţi de tip DSM încă din perioada de formare a sistemului electroenergetic naţional. Evident, acţiunile întreprinse au fost influenţate hotărîtor de organizarea generală a economiei şi de factorii politici.

În deceniul trecut, în condiţiile penuriei resurselor şi a disponibilităţii reduse a echipamentului, s-a încercat echilibrarea balanţei producţie-consum prin reducerea sarcinii.

Într-o primă etapă a fost adoptată măsura alimentării consumatorilor la tensiune scăzută. S-a trecut apoi în funcţionarea prelungită a SEN la frecvenţă scăzută (46,7 - 48 Hz). Acest lucru a dus la o anumită reducere a sarcinii absorbite, dar a avut efecte nocive asupra consumatorilor. Ele s-au combinat cu efecte grave în centrale şi reţele, dintre care se amintesc :

- scăderea puterii disponibile a grupurilor şi a energiei electrice produse;
- creşterea consumurilor specifice de combustibil (indiferent de tipul acestuia şi a blocului energetic) şi a pierderilor de putere activă în reţele; la 47,5 Hz pierderile suplimentare sînt de 8,6 %, deci 17 MW;
- deteriorări ale paletelor turbinelor prin oboseala prematură a materialului (10 cazuri în perioada 82 - 84);
- reducerea eficienţei şi selectivităţii DASf - în cazul unor avarii de sistem.

Consecinţe grave au apărut prin reducerea limitelor de stabilitate statică (cu 7 % la 47,5 Hz) şi tranzitorie; autorii socotesc că doar hazardul a făcut ca în perioada menţionată să nu existe cazuri de ieşire din sincronism şi prăbuşire a sistemului energetic.

Măsura s-a dovedit însă insuficientă pentru echilibrarea balanţei producţie-consum. S-a trecut, în paralel, la aplicarea sacrificiilor, respectiv la deconectarea consumatorilor industriali şi mai ales casnici şi terţiari, conform unor programe prestabilite şi chiar în afara acestora.

Metodele dirijist administrative privind alocarea unor cote de energie şi normarea consumurilor specifice au atins niveluri aberante. Astfel, dacă în perioada "bună" a economiei centralizate pentru fiecare consumator era alocată o cotă lunară de energie care trebuia respectată, s-a ajuns acum să fie alocate cinci niveluri de putere maxim admisibile pe parcursul unei singure zile. Consumatorii casnici erau deconectaţi zilnic în perioada de iarnă, durata deconectărilor atingînd 16 - 18 ore/zi la cei din mediul rural.

În figura 1 se prezintă curba de sarcină din anul 1989 comparativ cu cele din anii 1980 şi 1994 şi a unei companii dintr-o ţară occidentală.

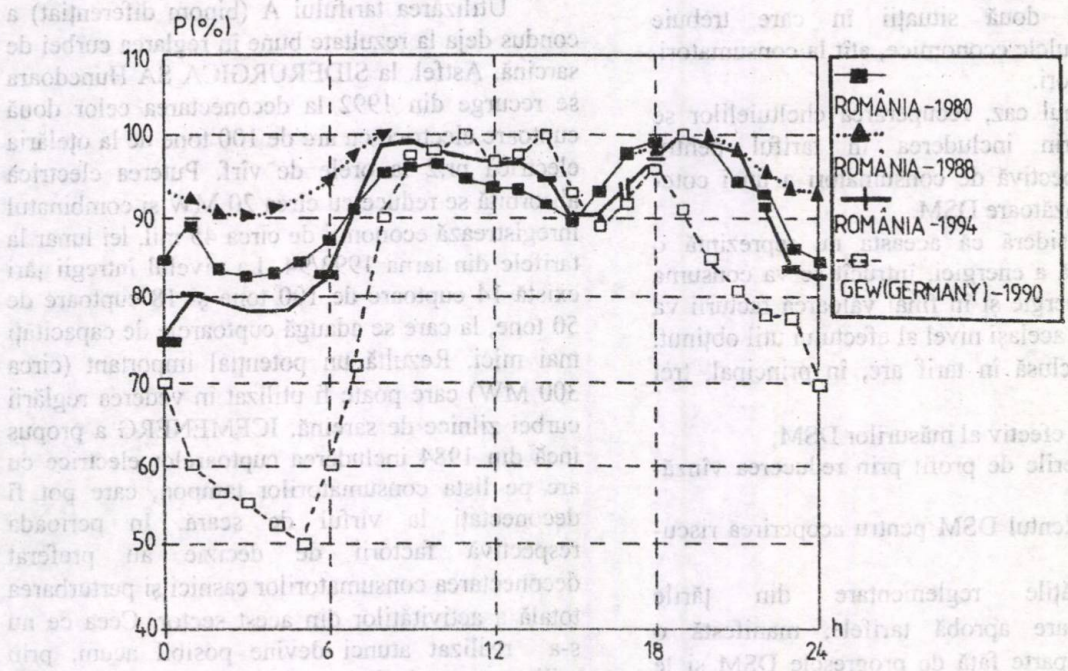


Fig.1. Curbe de sarcină pentru o zi de lucru din luna decembrie.

Un mare număr de persoane (printre care, din păcate şi specialişti autentici) a fost antrenat în aplicarea şi controlul unor astfel de măsuri. Se pune problema dacă acestea pot fi caracterizate drept opţiuni DSM. Avînd în vedere că o opţiune DSM veritabilă duce la avantaje atît pentru furnizor, cît şi pentru consumator, este evident că răspunsul este negativ; acestea le putea considera mai degrabă măsuri "pseudo DSM". Măsurile prezentate nu pot fi puse pe seama furnizorului, ci a sistemului economic şi politic în care acesta şi-a desfăşurat activitatea.

Fostul Minister al Energiei Electrice a contribuit însă direct la punerea lor în practică, ceea ce a dus la crearea unei imagini nefavorabile a acestuia faţă de consumatori. S-a creat concepţia conform căreia orice măsură faţă de consumator este permisă.

Perioada actuală este, şi din acest punct de vedere, o perioadă de tranziţie. După decembrie 1989 cunoştinţele multor persoane din RENEL privind atitudinea furnizorului faţă de consumator erau marcate de experienţa trecută.

Pe de altă parte, a existat un curent de opinie conform căruia furnizorul trebuie să se ocupe exclusiv de problemele producerii, transportului şi distribuţiei energiei electrice. Pe parcurs aceste mentalităţi s-au modificat considerabil. A cîştigat teren ideea că o optimizare reală a funcţionării şi dezvoltării instalaţiilor proprii nu este posibilă fără a lua în considerare problemele consumatorilor. Contactele cu specialiştii străini au contribuit mult la această schimbare.

2. Recuperarea cheltuielilor aferente programelor DSM

Nu toate opţiunile DSM necesită cheltuieli speciale. Unele dintre acestea reprezintă activităţi tradiţionale ale furnizorului de energie. De exemplu, perfecţionarea tarifelor este considerată peste tot drept una din cele mai importante strategii DSM.

Semne de întrebare pot ridica opţiunile vizînd creşterea eficienţei de utilizare a energiei, care implică investiţii la consumatori.

Ca în orice activitate investiţională, eficienţa DSM trebuie să rezulte din aplicarea criteriului cost-beneficiu. Dificultăţile care pot apărea sînt legate, eventual, de identificarea corectă a fluxurilor de venituri şi cheltuieli şi estimarea valorii lor.

Acţiunile DSM destinate creşterii eficienţei energiei pot fi împărţite în două categorii:

- acţiuni destinate unei mase nediferenţiate de consumatori;

- acţiuni destinate unor consumatori individualizaţi.

Rezultă două situaţii în care trebuie efectuate calculele economice, atît la consumatori, cît şi la furnizori.

În primul caz, recuperarea cheltuielilor se realizează prin includerea în tariful pentru categoria respectivă de consumatori a unei cote-părţi corespunzătoare DSM.

Se consideră că aceasta nu reprezintă o scumpire reală a energiei, întrucît se va consuma mai puţină energie şi în final valoarea facturii va scădea pentru acelaşi nivel al efectului util obţinut. Cota-parte inclusă în tarif are, în principal, trei componente:

- costul efectiv al măsurilor DSM;

- pierderile de profit prin reducerea vînzărilor;

- stimulentul DSM pentru acoperirea riscului.

Autorităţile reglementare din ţările dezvoltate, care aprobă tarifele, manifestă o sensibilitate aparte faţă de progresele DSM şi le sprijină. Astfel, eficienţa economică a programelor DSM pentru companiile de electricitate este adesea mai mare decît cea a activităţii de bază (producere, transport, distribuţie). Se vorbeşte în literatura de specialitate despre o "mituire" a furnizorilor în vederea adoptării unei opţiuni DSM.

În cel de al doilea caz (consumatorii individualizaţi) recuperarea cheltuielilor se face direct de la beneficiar, din valoarea energiei economisite pe o anumită perioadă. Şi în acest caz principiul este acela că, în perioada de returnare, la acelaşi serviciu util obţinut valoarea facturii nu trebuie să crească.

Experienţa ţărilor dezvoltate a arătat că pentru companiile energetice prestările de servicii şi investiţiile la clienţii proprii în scopul creşterii eficienţei energetice se pot dovedi mai profitabile decît investiţiile în noi capacităţi de producţie şi mai sigure sub raportul recuperării cheltuielilor. Guvernele şi organizaţiile financiare internaţionale le încurajază prin facilităţi fiscale. Pentru ţările care se confruntă cu dificultăţi în asigurarea valutei scad presiunile determinate de importul de combustibil.

3. Soluţii de aplicare a managementului reglării puterii

Utilizarea tarifului A (binom diferenţiat) a condus deja la rezultate bune în reglarea curbei de sarcină. Astfel, la SIDERURGICA SA Hunedoara se recurge din 1992 la deconectarea celor două cuptoare electrice cu arc de 100 tone de la oţelăria electrică nr.2 la orele de vîrf. Puterea electrică absorbită se reduce cu circa 20 MW şi combinatul înregistrează economii de circa 45 mil. lei lunar la tarifele din iarna 1993/94. La nivelul întregii ţări există 14 cuptoare de 100 tone şi 18 cuptoare de 50 tone, la care se adaugă cuptoarele de capacităţi mai mici. Rezultă un potenţial important (circa 300 MW) care poate fi utilizat în vederea reglării curbei zilnice de sarcină. ICEMENERG a propus încă din 1984 includerea cuptoarelor electrice cu arc pe lista consumatorilor tampon, care pot fi deconectaţi la vîrful de seară. În perioada respectivă factorii de decizie au preferat deconectarea consumatorilor casnici şi perturbarea totală a activităţilor din acest sector. Ceea ce nu s-a realizat atunci devine posibil acum, prin utilizarea exclusivă a instrumentelor specifice economiei de piaţă, respectiv a tarifelor.

Situaţia se prezintă asemănător în ceea ce priveşte cuptoarele de carbid de la Tîrnăveni. Acestea au fost realizate de la început pentru a funcţiona în regim de consumator tampon. Deşi în perioada actuală restricţiile administrative privind funcţionarea la vîrf au încetat, conducerea unităţii a optat pentru menţinerea regimului iniţial, avînd în vedere avantajele financiare importante obţinute de întreprindere.

Morile de făină şi morile de ciment de la combinatele de ciment din ţară au fost dimensionate pentru a funcţiona în regim de consumator tampon şi au funcţionat efectiv în acest regim pînă în 1989, permiţînd reduceri cu circa 200 MW ale puterii absorbite la vîrful de sarcină.

Experienţa existentă trebuie valorificată şi diversificată, inclusiv prin investiţii RENEL.

Este exclusă reintroducerea unor restricţii în alimentare, este însă posibilă şi necesară analiza tehnico-economică în comun a regimurilor de funcţionare ale instalaţiilor industriale şi stabilirea unor parametri contractuali optimi în cadrul sistemului tarifar existent.

Pentru ca această colaborare să fie posibilă vor trebui dezvoltate, în cadrul filialelor de reţele

electrice, activităţile privind utilizarea energiei electrice, cunoaşterea proceselor consumatoare, precum şi consilierea consumatorilor în problema de tarife. Concepţia conform căreia furnizorul livrează energia contra cost, fără a fi interesat cum şi cînd este utilizată, s-a dovedit păguboasă, atît pentru consumator, cît şi pentru el însuşi, în toate sistemele electroenergetice.

Poate fi avută în vedere încheierea de contracte speciale cu consumatorii industriali care acceptă reducerea sarcinii la solicitarea furnizorului, cu prevederea explicită a tuturor condiţiilor (tehnice, administrative, financiare) care trebuie realizate de cele două părţi. O astfel de practică este uzuală în multe ţări.

Strategia de dezvoltare a RENEL poate include printre priorităţi:

- activităţi R&D privind noi tipuri de receptoare care pot funcţiona în regim de consumator tampon;
- participarea efectivă la realizarea investiţiilor la consumatori, cu recuperarea corespunzătoare a cheltuielilor.

Pot fi avute în vedere instalaţii cu acumulare de frig/căldură (inclusiv în sectorul casnic), noi tipuri de lămpi, cu performanţe superioare, atît în iluminatul public, cît şi în cel industrial şi casnic. Activităţi de cercetare în acest sens au început în ICEMENERG.

Opţiune DSM este şi introducerea unor sisteme performante de gestiune a energiei electrice. ICEMENERG a conceput şi realizat sisteme de gestiune asistate de calculator la mari consumatori industriali (COS Tîrgovişte, SIDEX Galaţi, Autocamioane Braşov etc.).

Pe baza unor echipamente recente, aliniate la normele vest-europene, au fost realizate în 1993 sisteme de gestiune la Anvelope Floreşti şi Exploatarea minieră Moldova Nouă.

4. Soluţii de aplicare a managementului creşterii eficienţei energiei

În acest moment există factori de conjunctură care influenţează negativ RENEL-ul în adoptarea unor opţiuni de management al energiei. Aceştia sînt:

- lipsa unei legislaţii care să permită furnizorului să investească la consumator;
- menţinerea sistemului repartiţiilor;
- lipsa unei legislaţii complete privind protecţia mediului;
- supracapacitate disponibilă în centrale.

Existenţa lor, evident temporară, nu trebuie să discrediteze programele privind creşterea eficienţei de utilizare a energiei. Chiar în această etapă sînt posibile programe a căror eficienţă poate fi demonstrată. Astfel, preţul de vînzare a energiei electrice către populaţie este sub costul combustibililor din centralele marginale. În figura 2 se prezintă evoluţia acestui preţ în ultimii ani (în lei/MWh şi în $/MWh la paritatea oficială).

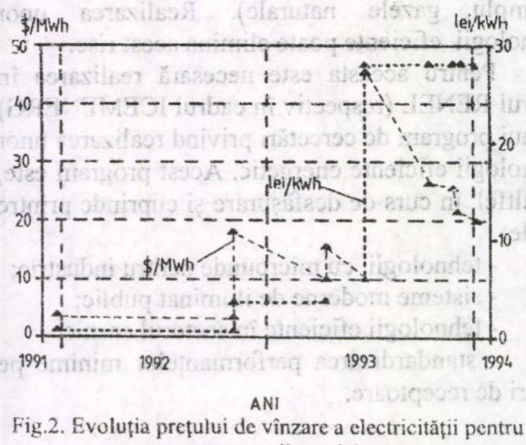


Fig.2. Evoluţia preţului de vînzare a electricităţii pentru consumatorii casnici.

Realizarea unor programe DSM privind creşterea eficienţei energiei în sectorul casnic este avantajoasă pentru RENEL în mod direct, fără chiar a lua în considerare factori care se vor manifesta în viitor (evitarea unor investiţii, taxe de poluare în viitorii ani etc.). Luarea în consideraţie şi a acestor factori suplimentari măreşte substanţial eficienţa economică a programelor posibile.

În această categorie pot intra:

- susţinerea financiară a programelor privind etichetarea receptoarelor, coordonate de Ministerul Industriilor;
- organizarea unor centre de consultanţă pentru populaţie;
- editarea şi difuzarea gratuită a unor materiale informative;

Realizarea lor ar avea ca efect şi îmbunătăţirea imaginii în faţa consumatorilor, obiectiv strategic al RENEL în perioada actuală.

Sînt profitabile şi programe de eficienţă energetică la mari consumatori industriali şi similari. Încă din 1993 a început derularea programului privind introducerea acţionărilor cu turaţie variabilă la PETROTEL şi PETROBRAZI din Ploieşti, realizat de către ICEMENERG.

În acest moment, RENEL doreşte o creştere a vînzărilor de energie electrică. Această creştere

nu poate fi însă durabilă decît dacă se utilizează receptoare şi tehnologii eficiente. Doi factori esenţiali pledează pentru aceasta:

- pentru ca RENEL să fie o companie prosperă este necesar ca şi clienţii să fie prosperi; relaţia între cei doi parteneri este una de durată şi nu de conjunctură;
- pe o piaţă a energiei în mod real concurenţială există riscul ca energia electrică să piardă teren în faţa altor forme de energie (de exemplu gazele naturale). Realizarea unor tehnologii eficiente poate elimina acest risc.

Pentru aceasta este necesară realizarea în cadrul RENEL (respectiv în cadrul ICEMENERG) a unui program de cercetări privind realizarea unor tehnologii eficiente energetic. Acest program este, de altfel, în curs de desfăşurare şi cuprinde printre altele:

- tehnologii cu microunde pentru industrie;
- sisteme moderne de iluminat public;
- tehnologii eficiente în sectorul casnic;
- standardizarea performanţelor minime pe tipuri de receptoare.

Concluzii

În România furnizorul de energie electrică a desfăşurat activităţi de tip DSM încă din perioada de formare a sistemului electroenergetic naţional. Acţiunile întreprinse au fost influenţate horărîtor de organizarea generală a economiei şi de factori politici, devenind în deceniul trecut acţiuni de "pseudo DSM".

În perioada actuală şi în funcţie de condiţiile reale existente RENEL poate adopta şi pune în operă opţiuni DSM autentice.

BIBLIOGRAFIE

[1] Constantinescu, I. *DSM şi planificarea integrată a resurselor Societăţii de electricitate.* In: Energetica 1B/1994

Referent: ing. Dumitru Manea- RENEL

(Primit la 16 noiembrie 1994 , acceptat la 24 ianuarie 1995)

Informaţii

În revista Energetica nr. 1/1995, seria A, au apărut următoarele materiale:

FLORIN ALEXE: Masă rotundă "Aplicaţii energetice ale tehnologiilor nucleare"

MARIUS PECULEA: Tehnologia românească pentru separarea apei grele

GHEORGHE BARARIU, ION DURDUN : Strategia de gestionare a deşeurilor radioactive provenite din energetica nucleară şi particularităţi geologice de depozitare a acestor deşeuri în România

VIOREL ŞERBAN, MIHAI ALEXANDRU CHIRIŢĂ, MARIAN ANDRONE, CONSTANTIN ALEXANDRU, CAMELIA CIUCĂ, JANINA BĂDARA, CARMEN ALEXANDRU: Evaluarea încărcărilor dinamice date de regimurile tranzitorii de curgere a fluidelor în sisteme de conducte şi dispozitive de reducere a încărcărilor şi efectelor lor

FLORIN ALEXE, NICUŞOR TRANĂ, DORIN FLOREA: Metodologii, algoritmi şi programe de calcul pentru modelarea circuitului termic la U1 FCN Cernavodă în vederea optimizării exploatării

ISTORIA ENERGETICII

PETRU COLUMBEANU : Prima lucrare românească în care se tratează problemele de ansamblu ale energeticii

DIN ENERGETICA ROMÂNEASCĂ. DOCUMENTARE

PAUL CARTIANU: Lucrări de referinţă în energetică

RECENZII

CĂLIN MIHĂILEANU: World Energy Council: "New Renewable Energy Resources - A Guide to the Future"

Walt Patterson: "Power from the Plants. The Global Implications of New Technologies for Electricity from Biomass

INFORMAŢII

ANTON ROŞU: Aplicarea sistemului internaţional al unităţilor de măsură

INVENŢII

PETRE POLESCU, AMALIA IOANA POLESCU: Diagrame cinematice originale ale injecţiei selective de materiale plastice - o tehnică modernă şi originală de fabricaţie a maselor plastice, experimentată în ICEMENERG

DE PERSONIS

Avantajele deosebite oferite de tehnologiile cu microunde impun ca acestea să facă obiectul unor studii de fezabilitate şi oportunitate a promovării lor în sectoare industriale, acolo unde procedeele clasice existente au devenit nerentabile din punct de vedere tehnic şi economic.

Lucrarea conţine scurte referiri la mecanismul încălzirii cu microunde, prezentînd în final unele realizări tehnologice de vîrf din care rezultă originalitatea şi eficacitatea acestora comparativ cu soluţiile tehnologice clasice existente.

UTILIZAREA TEHNOLOGIILOR CU MICROUNDE ÎN INDUSTRIE

ing. NICULAE DUMITRU*; ing. ALICE MIHĂILESCU *

Due to their special advantages the microwave technologies should be the object of several reliability and opportunity studies for their being promoted in those indusirial seciors where the existing conventional procedures are technically and economically unprofitable.

The paper makes also short references to the microwave warming system, finally presenting the state of the art of several peak technologies as well as their efficiency and originality as against the existing out of date technologies.

Descriptori: industrie, aplicaţii microunde

Consideraţii generale

Utilizarea microundelor ca sursă de încălzire a materialelor nemetalice a apărut acum 45 de ani, cînd s-a constatat că magnetroanele folosite în teledetecţia radar pot tot atît de bine să genereze o încălzire intensă în volum.

În 1949 a fost pus la punct, de către specialiştii de la firma americană Raytheon, magnetronul cu emisie continuă.

Procedeul de încălzire cu microunde a devenit cunoscut marelui public odată cu pătrunderea masivă pe piaţă, în anii '60, a cuptoarelor electrice cu microunde.

Primele realizări industriale datează din anii '70 şi este dificil de cunoscut la ora actuală numărul lor exact. Aceasta şi pentru că multe din firmele constructoare sau utilizatoare nu au furnizat date referitoare la tehnologiile şi echipamentele pe care le deţin. Discreţia lor ar putea fi privită ca un indiciu al avantajelor obţinute prin utilizarea tehnologiilor de încălzire cu microunde comparativ cu procedeele clasice.

* Institutul de Cercetări şi Modernizări Energetice, Bucureşti

De aceea, considerăm utilă o trecere în revistă a mecanismelor de absorbţie a microundelor care stau la baza proceselor de încălzire cu microunde.

Microundele sînt unde electromagnetice ale căror frecvenţe corespund spectrului cuprins între 300 MHz şi 300 GHz.

Pentru a evita interferenţa cu sistemele de telecomunicaţii, tehnologiilor de încălzire cu microunde le-au fost atribuite în cadrul benzii de frecvenţă ISM (aplicaţii industriale, ştiinţifice, medicale) următoarele frecvenţe: 2450 MHz şi 915 MHz; de această din urmă frecvenţă beneficiază numai Canada şi Statele Unite.

Pentru România este alocată frecvenţa de 2450 MHz ± 50 MHz.

1. Mecanismul încălzirii cu microunde

Este cunoscut că un material nemetalic (dielectric) poate fi încălzit prin aplicarea unui cîmp electric de înaltă frecvenţă.

Originea acestei încălziri este proprietatea cîmpului electric de a polariza sarcinile electrice

din material, sarcini care nu reuşesc să urmărească modificările extrem de rapide ale cîmpului electric de înaltă frecvenţă.

Într-o bandă de frecvenţă dată vectorul polarizaţie determină apariţia unui curent rezultant $\partial P / \partial t$ (unde $\overline{P}$ este vectorul polarizaţie), care are o componentă în fază cu cîmpul electric aplicat şi are ca rezultat disiparea puterii în materialul izolant.

Alături de acest efect de polarizare, un material dielectric poate fi încălzit prin efectul Joule, datorat faptului că dielectricul nu este perfect izolant, prezentînd o conductanţă finită G_0 (măsurabilă în curent continuu).

Teoria acestui tip de polarizare şi efectele de conducţie au fost in extenso studiate în trecut de Debye [6] şi Fröhlich [7] .

Mărimea care descrie comportarea unui dielectric sub influenţa unui cîmp de înaltă frecvenţă este permitivitatea complexă $\bar{\varepsilon}^*$, definită prin relaţia:

$$\varepsilon^* = \varepsilon' - j\varepsilon'', \qquad (1)$$

unde:

ε' caracterizează materialul din punctul de vedere al capacităţii sale de a polariza, înglobînd pierderi datorate fenomenului de polarizare dipolar asociat cu fricţiunea dintre molecule;

ε'' înglobează toate efectele disipative datorate pierderilor ohmice şi dielectrice.

Se defineşte tangenta unghiului de pierderi:

$$tg\,\delta = \varepsilon'' / \varepsilon' \qquad (2)$$

Atît ε', cît şi ε'' sînt dependente de frecvenţă şi de temperatură şi sînt date în tabelele elaborate de Von Hippel [3] pentru o gamă largă de materiale anorganice (cristale, ceramice, sticlă, apa etc.) şi materiale organice (plastice, elastomeri, răşini naturale, asfalturi, lemn), în gamele de temperatură (-12°C- 200°C), respectiv de frecvenţă (100 Hz - 10^{10} Hz). Astfel de date trebuie să fie consultate pentru a se determina dacă un material poate fi tratat în cîmp de microunde.

Analiza detaliată a comportării materialelor în cîmp de microunde din punctul de vedere al parametrilor ε' şi ε'' nu face obiectul acestui articol.

1.1. Polarizarea

Interacţiunea dintre un cîmp electric şi sarcinile electrice din dielectric îşi are originea în răspunsul particulelor încărcate datorită cîmpului electric aplicat.

Deplasarea acestor particule de sarcină din poziţiile lor de echilibru duce la apariţia unui număr suplimentar de dipoli induşi, care răspund cîmpului electric aplicat.

Astfel de polarizări induse pot apărea datorită deplasării electronilor de pe orbitele lor din jurul nucleelor (polarizare electronică) sau datorită deplasării relative a nucleelor atomilor determinată de distribuţia inegală de sarcină din structura moleculară (polarizarea atomică).

Există, însă, materiale izolante cu molecule nesimetrice al căror moment electric este diferit de zero chiar cînd nu există un cîmp exterior, materiale cunoscute sub numele de materiale polare.

Aceste materiale, conţinînd dipoli permanenţi datoraţi distribuţiei nesimetrice de sarcină la nivelul moleculei, au tendinţa de orientare-reorientare sub influenţa modificării cîmpului electric, ceea ce conduce la creşterea polarizării.

La scară microscopică (în cazul $E = 0$), agitaţia termică determină o aşezare dezordonată a moleculelor, astfel că suma momentelor electrice ale moleculelor materialului este nulă.

Dacă se aplică un cîmp electric exterior ($E \neq 0$) dipolii tind să se orienteze în direcţia cîmpului. Acestei tendinţe de orientare i se opune agitaţia termică. Ca urmare, se realizează în medie o rotire (orientare) incompletă a dipolilor în direcţia cîmpului, polarizarea fiind egală cu suma momentelor electrice ale dipolilor conţinuţi în material şi proporţională cu cîmpul exterior. Acest tip de polarizare se numeşte polarizare de orientare.

Permitivitatea (constanta) dielectrică ε' a materialului măsoară aptitudinea materialului de a polariza sub acţiunea unui cîmp electric exterior, fiind cu atît mai mare cu cît cîmpul exterior este mai mare.

La frecvenţe joase dipolii au timp suficient pentru a urmări variaţiile cîmpului aplicat şi constanta dielectrică atinge valoarea sa maximă, adică densitatea de sarcină este maximă şi toată energia sursei externe este disipată în material.

Concomitent cu creşterea frecvenţei dipolii devin incapabili să-şi regăsească pe deplin poziţia

inițială corespunzătoare lui $E = 0$ pe durata schimbărilor de polaritate ale cîmpului aplicat și ca urmare vectorul polarizație rămîne în urma cîmpului aplicat. Vectorul polarizație prezintă, deci, o defazare în raport cu cîmpul electric aplicat și în acest caz cîmpul electric trebuie să furnizeze energie pentru menținerea ciclului de polarizare, energie care se transformă în căldură în materialul respectiv.

La frecvențe foarte ridicate, pînă la un punct, polarizația de orientare nu mai poate urmări alternanțele cîmpului aplicat, contribuind foarte puțin la polarizația totală.

Știind că frecvențele industriale de încălzire se situează în banda de frecvență $10^7 < f > 3*10^9$ Hz, mecanismul luat în considerație la încălzirea cu microunde este polarizarea de orientare, fiind mecanismul dominant în acest caz. Celelalte mecanisme datorate polarizărilor electronice și atomice (numite polarizări de distorsiune) se obțin la frecvențe în infraroșu și vizibil nu joacă un rol semnificativ în încălzirea cu microunde.

Un exemplu de dielectric, al cărui comportament în cîmpul microundelor reflectă foarte bine fenomenul polarizării de orientare, este apa, frecvent întîlnită în constituția majorității materialelor supuse încălzirii cu microunde.

Apa în stare lichidă este puternic polară datorită structurii sale nesimetrice. Această nesimetrie este determinată de poziția celor doi atomi de hidrogen în raport cu atomul de oxigen.

Existența momentului dipolar p și inerția redusă a moleculei la schimbarea polarității cîmpului, explică interacțiunea puternică a moleculei de apă cu microundele.

La 2450 MHz apa lichidă are o permitivitate ε', ce variază de la 80 (la 1,5° C) la 52 (la 95° C).

1.2. Pierderi dielectrice

Pierderile dielectrice sînt fenomene care contribuie la încălzirea materialelor nemetalice în cîmp de microunde. Ele se datorează, pe de o parte, faptului că materialele nu sînt perfect izolante (prezentînd o conductanță finită G_0), deci pierderi prin conducție și, pe de altă parte, fenomenelor de polarizare - pierderi dipolare.

Toate aceste pierderi se regăsesc în partea imaginară a constantei dielectrice complexe ε'', respectiv în factorul de pierderi ε''.

Se poate astfel scrie că:

$$\varepsilon''(\omega) = \varepsilon''_d(\omega) + \varepsilon''_e(\omega) + \varepsilon''_a(\omega) + \sigma/\varepsilon_0 * \omega, \quad (3)$$

în care:

ε''_d este - factorul de pierderi datorate polarizării dipolare;

ε''_e - factorul de pierderei datorate polarizării electronice;

ε''_a - factorul de pierderi datorate polarizării atomice;

$\sigma/\varepsilon_0 * \omega$ - pierderi datorate fenomenului de conducție electrică.

Prelucrînd această relație și ținînd cont că $\varepsilon'' = \varepsilon' * \mathrm{tg}\delta$ se obține puterea disipată într-un volum V ca fiind:

$$P = 55{,}63 * 10^{-12} * f * \varepsilon' * \mathrm{tg}\delta * E^2 \quad \left[\mathrm{W/m^3}\right] \quad (4)$$

unde: f este frecvența [Hz];

E - intensitatea cîmpului electric [V/m].

Relația (4) arată că pentru un cîmp electric dat puterea disipată este dependentă de frecvență atît prin "f" (care intervine direct), cît și prin permitivitatea dielectrică ε' și tangenta unghiului de pierderi tgδ ale materialului, care la rîndul lor variază cu frecvența. De aici reiese și avantajul utilizării microundelor în procesele electrotermice.

Puterea disipată în volumul unui dielectric este limitată de valoarea maximă a intensității cîmpului electric aplicat. La depășirea acestui maxim pot apărea fenomene nedorite, cum ar fi străpungerile, ce cauzează distrugerea materialului încălzit. Căldura nu este transmisă de la suprafața materialului către interiorul acestuia, ci este direct generată în material de către cîmpul electric aplicat.

De asemenea, căldura degajată este cu atît mai mare cu cît factorul de pierderi ($\varepsilon'' = \varepsilon' * \mathrm{tg}\delta$) este mai ridicat, fiind necesară cunoașterea proprietăților dielectrice ale materialelor la frecvența microundelor.

2. Realizări în domeniul tehnologiilor cu microunde

Avantajele deosebite oferite de utilizarea energiei microundelor au făcut ca această formă de energie să fie studiată și experimentată aproape în toate sectoarele de activitate industrială.

Au fost astfel elaborate studii de fezabilitate, de marketing, care au evidenţiat oportunităţile, avantajele, costurile investiţiilor, rata amortizării acestor investiţii etc.

Trebuie menţionat faptul că tratamentele termice cu microunde nu reprezintă o soluţie universală, ci ele devin utile acolo unde s-a dovedit, prin studii de fezabilitate, că procedeele clasice nu rezolvă din punct de vedere economic, tehnic sau calitativ problema respectivă. Din acest punct de vedere, microundele prezintă soluţii performante prin originalitate şi avantajele oferite faţă de procedeele clasice, motive pentru care există destul de puţine date, greu accesibile, referitoare la firmele constructoare sau utilizatoare de instalaţii cu microunde.

Vom prezenta cîteva exemple care încearcă să ofere o imagine a preocupărilor în acest domeniu, în aplicarea microundelor în procesele industriale.

2.1. Vulcanizarea cauciucului extrudat

Procesul de vulcanizare a cauciucului constă în principal în menţinerea acestuia o durată de timp pe un palier de temperatură de 180 - 200° C. În aceste condiţii cauciucul îşi pierde calităţile plastice dobîndind calităţi elastice şi o duritate corespunzătoare.

Principala etapă tehnologică care se poate rezolva utilizînd energia cu microunde este aceea de a încălzi într-un timp scurt, în raport cu instalaţiile convenţionale, întreaga masă a cauciucului de la temperatura de ieşire a acestuia din dispozitivul de formare (extruder) pînă la temperatura de vulcanizare.

Cercetările în acest domeniu au scos în evidenţă avantajele nete ale tehnologiei cu microunde comparativ cu tehnologia realizată cu echipamente clasice. Dintre acestea merită subliniate următoarele:

- reducerea timpului de punere în funcţiune a instalaţiei de la 3 ore la 1,5 ore;
- reducerea duratei de încălzire pînă la temperatura de vulcanizare de 3,5 ori;
- eliminarea pierderilor de material vulcanizat datorate aderenţei pe cauciuc a sărurilor topite utilizate ca agent de încălzire în instalaţiile convenţionale;
- înlocuirea benzilor transportoare din oţel anticorosiv din instalaţiile convenţionale cu benzi nemetalice din ţesătură de sticlă teflonată;
- reducerea costurilor cu circa 30 % în cazul utilizării tehnologiilor cu microunde, prin eliminarea utilizării sărurilor topite, care au preţuri ridicate şi se procură dificil, precum şi prin reducerea consumurilor de oţel anticorosiv din benzile transportoare;
- utilizarea unor tehnologii care nu folosesc băile de săruri cu amestec eutectic de 53 % azotat de potasiu, 40 % azotit de sodiu şi 70 % azotat de sodiu, toate acestea fiind deosebit de poluante şi nocive.

2.2. Sinterizarea cu microunde

Posibilităţile oferite de utilizarea microundelor pentru obţinerea unor materiale ceramice prin sinterizare fac obiectul unui mare efort de cercetare în ultimii 3 - 4 ani.

Aceste cercetări se concentrează în special asupra proprietăţilor materialelor ceramice sinterizate, cum ar fi: porozitatea, impurităţile, dimensiunile granulare, natura oxizilor utilizaţi etc.

În domeniul ceramicilor nitrice şi în special al celor pe bază de nitrură de siliciu, caracterizate prin duritate şi rezistenţă mărite la solicitări mecanice, s-a căutat o metodă de sinterizare rapidă, care să implice costuri reduse. Aceste cerinţe au fost îndeplinite cu succes de procedeul sinterizării cu microunde.

Astfel, o tehnologie cu microunde a ceramicii pe bază de nitrură de siliciu, utilizată în construcţia dispozitivelor de tăiere, realizează tehnologia de sinterizare la 1880° C pe o durată de 90 de minute, într-un aplicator multimod, puterea în microunde fiind 5 kW la 2450 MHz.

Comparîndu-se procedeul de sinterizare cu microunde cu sinterizarea convenţională, s-a constatat o reducere a consumului de energie cu aproximativ 65 % (de la 19,7 kWh/kg la 6,7 kWh/kg) în condiţiile în care procesul s-a desfăşurat în aer şi nu sub atmosfera controlată ca în cazul instalaţiilor convenţionale. De asemenea, produsul obţinut are o structură uniformă, granulaţie fină, o duritate bună şi caracteristici de rezistenţă îmbunătăţite, care au condus la prelungirea cu 10 % a duratei de viaţă.

Studiile economice efectuate arată ca uneltele de tăiere cu inserţii de ceramică nitrică sinterizată cu microunde pot fi produse la preţuri competitive, sensibil reduse comparativ cu cele obţinute prin sinterizarea convenţională.

Utilizînd aceeaşi tehnologie cu microunde se poate obţine sinterizarea aluminei de înaltă densitate cu dimensiunile granulare excepţional de mici.

2.3. Regenerarea cu microunde a filtrelor utilizate în procese de adsorbţie

Multe tehnologii utilizează în procesele chimice de separare, purificare şi recuperare a solvenţilor sau a anumitor componente prezente în amestecuri gazoase cu concentraţie redusă, filtre din silicagel, alumină activă, cărbune activ, zeoliţi etc.

Ca exemple tipice de aplicaţii industriale se pot menţiona:

- uscarea aerului comprimat, a gazului natural, solvenţilor organici cu ajutorul filtrelor din silicagel;
- purificarea hidrogenului cu ajutorul filtrelor din alumină activă;
- separarea aerului (producere de azot), purificarea hidrogenului, controlul emisiilor de solvenţi sub formă de vapori, recuperarea CO_2 prin utilizarea filtrelor de carbon activ;
- reducerea poluării mediului datorată vaporilor emişi la rafinarea uleiurilor şi a oxizilor datoraţi proceselor de combustie.

Caracteristica comună a acestor filtre este accca că după o perioadă de funcţionare determinată ele trebuie regenerate prin refacerea proprietăţilor iniţiale de absorbire.

Datorită structurii lor polare materialele utilizate în construcţia filtrelor pot fi regenerate utilizînd energia microundelor. Astfel, se pot obţine rezultate performante comparativ cu soluţiile actuale (consum redus de energie şi durată de expunere scurtă) utilizînd energia microundelor, ca de exemplu, la uscarea cristalelor de silicagel.

Utilizînd o putere de 750 W/2450 MHz în microunde şi un aplicator special, s-a obţinut uscarea silicagelului în condiţiile unui consum de energie redus cu circa 60 - 65 % comparativ cu procedeele convenţionale.

Rezultate asemănătoare se obţin şi în cazul regenerării cu microunde a celorlalte materiale utilizate ca filtre.

2.4. Reducerea vîscozităţii fluidelor utilizînd microundele

Activităţile de extracţie a petrolului, precum şi de producere a energiei termice şi electrice, se confruntă cu două probleme majore:

1. Cum se poate mări debitul de combustibil lichid la extragere, dată fiind vîscozitatea acestuia ?

2. Cum poate fi pompat prin conducte acest combustibil fără a îngheţa pe traseu în anotimpul rece, la costuri rezonabile ?

Cercetările în curs au stabilit că elementele care provoacă creşterea vîscozităţii combustibililor lichizi (parafina şi compuşii asfaltici amestecaţi în petrol) pot fi încălziţi cu microunde în condiţii avantajoase de timp, consum de energie, spaţiu şi calitate, comparativ cu soluţiile actuale care utilizează aburul, gazele naturale sau electricitatea, pentru încălzirea rezervoarelor, asigurînd astfel o vîscozitate redusă fluidului pentru a fi vehiculat pe conductele de transport.

Sînt în curs de cercetare soluţii care prevăd utilizarea încălzirii cu microunde direct pe conductele de transport al combustibilului, conducte care pot servi (cu unele mici modificări legate de dimensiunile interioare şi de cuplarea acestora la generatoarele de microunde) ca ghiduri de undă.

Utilizînd dispozitive corespunzătoare între generatoare şi conducta de transport al combustibilului, acesta poate fi încălzit direct pe direcţia de deplasare, reducîndu-se astfel vîscozitatea fluidului şi implicit consumul de energie electrică necesar pompării acestuia prin conductele de transport.

Concluzii

ICEMENERG, ca institut specializat în domeniul energeticii, are preocupări în domeniul elaborării unor tehnologii cu microunde performante ce vor fi puse la dispoziţia consumatorilor de energie electrică, în cadrul programului DSM.

Specialiştii institutului angrenaţi în această activitate, avînd la dispoziţie o bază materială corespunzătoare, şi-au propus abordarea unui program de cercetări de interes pentru RENEL şi pentru alte sectoare de activitate industrială, în domenii cum ar fi: utilizarea microundelor pentru regenerarea filtrelor utilizate la purificarea aerului şi a gazelor de ardere, reducerea vîscozităţii combustibililor lichizi, uscări, polimerizări, sinterizări (de materiale ceramice şi ferite), vulcanizarea cauciucului etc.

BIBLIOGRAFIE

[1] Thuery, J: *Les Micro-Ondes et leur effets sur la matiere.* Technique et Documentation-Lavoisier, 1989.

[2] Direction des Etudes et Recherches, Electricité de France. *Micro-ondes et haute frequence*, Cineli, Paris, 1992

[3] Hippel, A. *Dielectrics Materials and Applications,* 1 st. ed., Cambridge. M.I.T. Press, 1966
[4] Okress, E. C. *Microwave Power Engineering,* Academic Press, New York and London, 1968
[5] Rulea, G. *Tehnica microundelor,* Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1981
[6] Debye, P. *Polar Molecules,* Chemical Catalogue Co., New York, 1929
[7] Fröhlich, H. *Theory of Dielectrics,* Oxford University Press, London, 1958

Referent: prof. dr. ing. Nicolae Golovanov - Facultatea de Energetică, Universitatea "Politehnica", Bucureşti

(Primit la 14 aprilie 1994, acceptat la 12 ianuarie 1995)

(continuare din pagina 16)

În zilele de 28 şi 29 septembrie, lucrările conferinţei s-au desfăşurat sub forma a şase sesiuni paralele, având ca tematică:

a) **Automatizarea distribuţiei**, cu subtemele:
- automatizarea staţiilor de transformare;
- automatirarea reţelelor de joasă tensiune;
- interfaţa cu clienţii.

b) **Demand Side Management**, cu subtemele:
- trecere în revistă a programelor de DSM;
- aparate şi tehnici;
- interfaţa cu clienţii.

c) **Tehnologii informatice, cu subtemele**:
- impactul DA/DSM asupra strategiei tehnologiilor informatice;
- probleme legate de arhitectură şi integrarea sistemelor informatice;
- comunicaţii, standarde şi managementul transferului de date.

d) **Aspecte speciale ale DSM**, cu subtemele:
- DSM în încălzirea centralizată;
- DSM în industria gazului;
- DSM în Europa de Est, în cadrul căreia reprezentantul RENEL, ing. Dumitru Manea, a prezentat lucrarea "Politica tarifară pentru promovarea eficienţei energetice în România".

e) **Studii de caz**, cu subtemele:
- automatizarea distribuţiei;
- DSM;
- tehnologii informatice.

f) **Sesiuni de prezentare**, în cadrul cărora o serie de firme expozante au prezentat noutăţi ca:
- Staţii de transformare - firmele SEVILLANA DE ELECTRICIDAD din Spania şi EFACEC din Portugalia;
- Cheia implementării programelor de DSM în locuinţe - firmele HOME SYSTEMS COMPONENTS, SGC THOMSON şi TRIALOG din Franţa.

În ultima zi a conferinţei s-au prezentat, sub formă de rapoarte generale, concluziile secţiunilor conferinţei şi s-au acordat premii pentru cele mai noi tehnologii şi cele mai bine prezentate lucrări .

Toate lucrările conferinţei au fost cuprinse în două volume tipărite, totalizînd 1250 pagini.

La expoziţia organizată în paralel cu conferinţa au participat firme de prestigiu din Germania (ABB NETZLEITTECHNIK GmbH, Toshiba Electronic Europe GmbH), SUA (Advanced Control Systems INC., Configurated Energy Systems INC., CSR Market Data Services, Digital Equipment Corporation; Electric Light & Power, Environmental Systems Research Institute, Hathaway Systems Corporation, ITRON INC., Joslyn HI-Voltage Corporation, Lindsey Manufacturing Company, Microwave Data Systems, MBI Systems INC., Network Management Technologcy INC., Valmet Automation), Italia (ALCATEL TELLETRA, Elsag Bailey, ENEL, TXT SpA), Spania (ALCATEL SICA, Andersen Consulting, ELIOP SA), Marea Britanie (CEA Electronics Ltd, Echelon, Electronic Data Systems, Harris Corporation, ICL, Remsdaq Ltd), Franţa (CEGELEC, Continentales d'Equipements Electriques, Electricite de France, Gaz de France, Ilex Europe, Motorola Semiconducteur SA, Schumberger Industries SA, SGC Thomson), Olanda (CONNECT BV, KEMA), Portugalia (Efacec Systemeas de Electronica SA), Luxemburg (Home Systems Components Consortium), Elveţia (Landis & Gyr) şi Belgia (Power Measurement Ltd.).

S-a stabilit ca următoarea conferinţă DA/DSM Europe '95 să aibă loc la Roma, Hotel Hilton, în perioada 21 - 23 noiembrie 1995. Informaţii suplimentare privind această conferinţă pot fi obţinute de la:

Astrid de Meijer
Conference Coordinator DA/DSM Europe '95
PENWELL CONFERENCE & EXHIBITION
Kaap Hoorndreef 54
PO Box 9402
3506 - GK - Utrecht - Olanda ; tel : + 31-30-650963; fax : +31-3-650928

Articolul prezintă tendinţele şi orientările promovate de furnizorii de energie electrică privind politicile şi strategiile lor tarifare în condiţiile economiei de piaţă.

Se sugerează modalităţi posibile de nuanţare a gîndirii economice a sistemelor proprii de preţuri şi tarife la exigenţele economice de piaţă.

ASPECTE ALE PROMOVĂRII TARIFELOR INOVATOARE PENTRU ENERGIA ELECTRICĂ

ing. GHEORGHE INDRE * , ing. DUMITRU MANEA*

The paper presents the tendencies and directions promoted by the electricity suppliers related to the tariff policies under the market economy conditions.

There are also suggested possible modalities as regards the electricity suppliers economical consideration and their adapting the price and tariff policy to the market economy requirement.

Descriptori: energie electrică, tarife

Introducere

Modificările apărute în ultima perioadă în evoluţia vieţii social-economice contemporane au determinat revederea politicilor de planificare, producere şi vînzare a energiei electrice. Printre principalele cauze care au impus şi au permis în acelaşi timp realizarea acestor transformări enumerăm:

- dezvoltarea şi creşterea performanţelor aparatelor de măsurare a energiei şi puterii electrice;
- informatizarea proceselor de producere, transport, distribuţie şi vînzare a energiei electrice, ceea ce permite prelucrarea în timp scurt a unui volum foarte mare de date;
- creşterea restricţiilor de ordin ecologic privind amplasarea şi construirea de mari centrale electrice;
- creşterea concurenţei pe piaţa energiei electrice prin apariţia unor producători independenţi de furnizorii tradiţionali locali;
- creşterea gradului de informare şi pregătire a tuturor categoriilor de consumatori de energie electrică;
- apariţia conceptelor noi privind planificarea integrată a resurselor necesare proceselor de producere, transport şi distribuţie a energiei electrice.

Toate aceste elemente principale şi încă numeroase alte considerente locale specifice, dependente de obiectivele şi cerinţele factorilor politici, au dus la apariţia de exigenţe noi pentru activitatea furnizorilor de energie electrică, care au determinat şi diversificarea structurilor tarifare utilizate de aceştia.

Tarifele reprezintă principalul instrument folosit pentru controlul relaţiilor furnizor-consumator. De aceea, preocupările pentru diversificarea structurilor tarifare s-au accentuat tot mai mult în ultima perioadă, cu precădere în economiile de piaţă puternic dezvoltate.

1. Tipuri de tarife inovatoare

Proiectarea tarifelor are un rol tot mai important pe măsură ce poziţia furnizorilor se confruntă cu concurenţa pe piaţă, pe măsura creşterii posibilităţilor de oferire de servicii şi a dezvoltării programelor proprii ale furnizorilor pentru promovarea şi răspîndirea utilizărilor eficiente ale energiei la consumatorii lor, programe cunoscute sub denumirea de "Demand Side Management" (DSM) în SUA sau "Energy Management" în Comunitatea Europeană.

Întrucît industria energetică şi piaţa ei se schimbă, tarifele trebuie să reflecte şi ele aceste schimbări. Tarifele inovatoare fac parte din instrumentele folosite pentru a reflecta schimbările consumului de energie, exprimate prin variaţia

* Serviciul tarifare energie electrică şi termică - DSDE - RENEL

formei curbelor de sarcină, pentru a încuraja conservarea energiei şi utilizarea tehnologiilor finale eficiente, pentru a satisface astfel profitabil cerinţele consumatorilor şi pentru a satisface semnalele de preţ către consumatori.

În acest articol prin tarif inovator se înţelege întrunirea de către un anumit tarif a următoarelor condiţii:

- este proiectat şi cu alte scopuri nu numai pentru recuperarea costurilor de bază;
- este proiectat să influenţeze modul în care consumatorii utilizează energia;
- este proiectat ţinînd cont de caracteristicile pieţii consumatorilor, urmărind îmbunătăţirea şi diversificarea serviciilor asigurate de furnizori;
- nu au fost folosite de furnizor pînă acum pentru perioade lungi de timp sau prezintă modificări semnificative ale naturii lor datorită schimbării atitudinii furnizorului sau consumatorului.

De exemplu, cercetarea tarifelor inovatoare folosite de furnizorii americani în 1990 şi 1991 arată că mai mult de 616 mil. MWh au fost vînduţi cu aceste tarife, de ele beneficiind un număr de aproape 5 mil. consumatori. Numai în SUA, în urma cercetărilor, au fost depistate 23 tipuri de tarife inovatoare, care pot fi grupate în următoarele patru categorii mari [1]:

a) tarife pentru programele de DSM;
b) tarife impuse de piaţă;
c) tarife pentru situaţii speciale;
d) tarife specifice pentru tehnologii.

a) Tarife pentru programele de DSM

Aceste tarife sunt proiectate din perspectiva promovării eficienţei energetice la consumatori, abordîndu-se sistemul furnizor-consumator ca un întreg cu structură specifică, în care intrările sînt reprezentate de resursele necesare (materiale, financiare, umane, informaţionale etc.) şi a cărui ieşire o reprezintă rezultatele economice ale părţilor implicate furnizor-consumator.

Ideea centrală care a dus la elaborarea acestora este planificarea integrată a resurselor ("Integrated Resource Planing" - IRP), astfel încît furnizorul să realizeze că eficienţa sa economică este direct legată de eficienţa utilizării energiei la consumatori şi, deci, de bunăstarea şi eficienţa economică a acestora.

Din categoria tarifelor proiectate pentru programele de DSM se pot menţiona:

- tarife pentru conservarea energiei;
- tarife întreruptibile sau cu deconectare;
- tarife pentru controlul puterii consumate;
- tarife de timp real;
- tarife pentru consumul casnic, diferenţiate funcţie de nivelul puterii cerute;
- tarife diferenţiate, funcţie de momentul utilizării;
- tarife pentru cererea suplimentară de putere.

b) Tarife impuse de piaţă

Esenţa tarifelor impuse de piaţă este că ele sînt îndreptate spre realizarea cerinţelor specifice şi a dorinţelor consumatorilor din afara nucleului propriu de consumatori, cerinţe exprimate mai degrabă de consumatorii înşişi decît predeterminate de furnizor. Ideal, costurile folosite ca bază pentru proiectarea tarifelor impuse de piaţă sînt costurile marginale pe termen scurt. Prin nucleul consumatorilor unui furnizor (consumatorii captivi) se înţelege grupul de consumatori stabili, legaţi geografic de aria arondată furnizorului, consumatorii necaptivi fiind marii consumatori industriali şi comerciali, care au posibilitatea de a-şi alege locul de desfăşurare a activităţii, opţiunile bazîndu-se pe existenţa mai multor zone şi poziţii pentru amplasare.

În categoria tarifelor impuse de piaţă se pot menţiona:

- tarife pentru dezvoltare economică, care oferă reduceri la preţul energiei electrice pentru a încuraja dezvoltarea unei anumite zone;
- tarife pentru contracte cu termeni fixaţi, care sînt tarife "bătute în cuie", pentru o perioadă precizată prin contract, folosite, de regulă, pentru marii consumatori industriali;
- tarife indexate, care conţin preţuri variabile funcţie de preţurile produselor consumatorului;
- tarife regionale (zonale), care conţin preţuri bazate pe o medie a preţurilor furnizorului din zonă, destinate, de regulă, marilor consumatori industriali;
- tarife ocazionale (de urgenţă sau de conjunctură), care conţin preţuri de piaţă stabilite prin raportul cerere/ofertă, dar care nu se pot încadra în nici una din categoriile anterioare.

c) Tarife pentru situaţii speciale

Această categorie de tarife este concepută pentru a răspunde anumitor situaţii specifice,

încorporînd în logica lor nu numai considerente de ordin economic, dar şi aspecte de ordin tehnic, social, financiar etc. Din această clasă de tarife s-au identificat, în activitatea furnizorilor de energie electrică, următoarele tipuri:

- tarife pentru achiziţie, care conţin preţurile la care un furnizor achiziţionează energia produsă în instalaţiile unui consumator cu surse proprii;
- tarife pentru descurajarea autoproducătorilor, care conţin preţuri destinate să susţină şi să dezvolte atitudinile rezervate ale consumatorilor privind construirea de surse de producţie proprii, sau care descurajează folosirea centralelor proprii deja existente;
- tarife pentru consumatorii cu venituri reduse, care asigură acestor consumatori o anumită cantitate de energie de bază la un preţ subvenţionat de furnizor;
- tarife cu plată anticipată, care conţin avantaje pentru marii consumatori industriali ce plătesc anticipat şi oferă sisteme de preţuri speciale pentru consumatorii casnici ce folosesc sistemul cu preplată, prin instalarea de contoare cu cartelă magnetică;
- tarife pentru alimentările de rezervă, care conţin preţuri speciale pentru situaţiile în care furnizorul asigură energia unui consumator, care, de regulă, consumă din sursa sa proprie. Consumatorul va plăti un preţ ce trebuie să reflecte costul real al alimentării de rezervă.

d) Tarife specifice pentru diferite tehnologii

Din această categorie se pot menţiona următoarele tarife:

- tarife pentru vehiculele cu tracţiune electrică;
- tarife pentru pompele de căldură;
- tarife pentru stocarea apei calde;
- tarife pentru instalaţii de utilizare a energiei solare;
- tarife pentru stocarea căldurii sau frigului;
- tarife pentru tehnologii combinate.

2. Elemente de descriere a unui tarif inovator

Pentru analiza completă a fiecăruia din tarifele menţionate anterior, trebuie să se definească o serie de elemente, care să permită aprecierea avantajelor şi dezavantajelor fiecărui sistem tarifar, putîndu-se defini şi asemănările şi diferenţele specifice dintre tarifele practicate.

Principalele elemente de descriere a tarifelor utilizate în analizele făcute sînt:

- structura tarifului;
- particularităţile pe care trebuie să le îndeplinească dotarea şi comportamentul energetic al unui consumator pentru a alege tariful analizat;
- modul de implementare a tarifului;
- elemente de caracterizare a gradului de pătrundere pe piaţa consumului de electricitate, a tarifului analizat;
- impactul utilizării tarifului asupra consumatorilor şi furnizorilor şi efectele economice produse pentru cele două părţi în situaţia utilizării tarifului;
- bazele de costuri pe care a fost proiectat tariful;
- tehnicile promoţionale folosite de furnizor ca proiectant şi beneficiar al tarifului, pentru ca tariful să fie agreat de consumatorii săi.

3. Perspectiva utilizării tarifelor inovatoare în cadrul strategiei de tarifare a RENEL

Considerînd că România va evolua pe linia dezvoltării relaţiilor economice de piaţă, caracterizate de un mediu puternic concurenţial şi de o creştere continuă a exigenţelor de energie, prezentul articol doreşte să sugereze modalităţi posibile de nuanţare a gîndirii economice şi de adaptare a sistemelor proprii de preţuri şi tarife la exigenţele economiei de piaţă.

De pe poziţia sa de producător de energie, RENEL poate influenţa modalităţile de consum, în primul rînd prin politica de tarifare. Avînd un sistem de tarifare bazat pe costuri, construit în condiţii de totală transparenţă şi reflectînd eforturile proprii de a-şi îmbunătăţi performanţa tehnică şi economică, Regia poate orienta evoluţia consumului de energie încurajînd consumurile raţionale şi descurajînd comportamentul energetic păgubos, şi toate formele de utilizare neraţională. Există însă limite în posibilităţile de utilizare a tarifelor în acest scop şi acestea trebuie sesizate corect şi considerate ca restricţii impuse de realitatea tehnică şi economică.

O primă limită derivă din inexistenţa, la ora actuală, a unor sisteme de măsură adecvate pentru a asigura introducerea unor sisteme de tarifare suficient de flexibile şi eficiente.

O a doua limită o constituie instabilitatea economică şi financiară caracterizată de inflaţie.

Aceasta face ca sistemul de tarifare să nu fie destul de eficient pentru impunerea unei anumite politici în domeniul consumului. Energia fiind produs de bază înglobat în toate procesele economice, preţul ei afectează toate celelalte bunuri şi servicii şi se impune un control destul de strict din partea autorităţii publice asupra preţului acesteia.

Totuşi, politica şi strategia tarifară, bazate pe o corectă evaluare a costurilor, pe estimări ale riscurilor economice şi financiare pe care un anumit sistem de tarife le poate genera, rămîne principalul instrument la îndemîna furnizorului pentru promovarea utilizărilor raţionale.

Dificultăţile privind încasarea contravalorii facturilor pentru energia electrică consumată, creşterea importanţei gestiunii economice ca principală formă de exprimare a autonomiei RENEL, introducerea tot mai accentuată a unor metode noi de management se constituie în premise pentru diversificarea tarifelor RENEL. Într-o primă etapă, schimbări semnificative se vor introduce cu tarifele pentru marii consumatori industriali, care vor beneficia în curînd de aparatură modernă de contorizare. Se vor nuanţa tarifele binome existente odată cu constituirea, în baza unor înregistrări mai precise a consumurilor, a unor baze de date privind curbele de consum zilnic al marilor consumatori industriali, din care să se poată determina mai exact parametrii sistemelor de tarifare: durata de utilizare a puterilor maxime absorbite, gradul de aplatisare a curbelor de consum, ponderea energiei consumate în orele de vîrf de sarcină etc. [2].

Concluzii

Unul din principalele obiective ale tarifelor, şi în special al tarifelor invatoare, este de a transmite, consumatorului un mesaj clar asupra costurilor furnizorului pentru a-i permite să facă economii.

Pe plan mondial se dispune în prezent de aparatură de măsură a consumului de energie ce poate fi achiziţionată cu preţuri accesibile, ceea ce permite utilizarea noilor tipuri de tarife, dar mesajul asupra costurilor nu-şi atinge scopul dacă nu este influenţată curba de consum.

Consumatorul va acţiona în direcţia dorită cînd va înţelege modul în care este construit şi felul în care funcţionează tariful adoptat.

Materialul prezentat încearcă să reflecte tendinţele şi orientările promovate de furnizorii de energie electrică privind politicile şi strategiile lor tarifare, în condiţiile economiilor de piaţă puternic dezvoltate.

Sînt prezentate foarte succint orientările viitoare ale politicii de tarifare a RENEL, care se va baza pe o aprofundată şi detaliată analiză a costurilor şi resurselor interne ale Regiei şi, în egală măsură, pe o examinare mai atentă şi profesională a caracteristicilor pieţei consumatorilor de energie electrică.

BIBLIOGRAFIE

[1] *EPRI - Inovative Rate Design Survey* - Technical Report from the Customer Systems Division, Palo Alto, SUA, 1991.

[2] *Strategia RENEL* - volumul XIV - *Analiza financiară şi evoluţia preţurilor energiei electrice şi termice.* Bucureşti, 1994.

Referent: ing. Vasile Rugină - ICEMENERG, Bucureşti

(Primit la 13 iulie 1993, acceptat la 8 decembrie 1993)

O SOLUŢIE MODERNĂ DE APLICARE A CONCEPTULUI DSM LA MARII CONSUMATORI INDUSTRIALI DE ENERGIE ELECTRICĂ: "SISTEM DE GESTIUNE A ENERGIEI ELECTRICE ASISTAT DE CALCULATOR"

dr. ing. HARALAMBIE CRISTEA, ing. MIHAI IVAN, ing. MIRELA BEŞLIU *

Folosind echipamente şi tehnologii moderne din ţară şi din import, lucrarea prezintă două proiecte pentru "Sistemul de gestiune asistată de calculator a puterii şi energiei electrice cu funcţiuni extinse" (inclusiv tarifarea energiei), sisteme ce urmează să fie implementate pe platformele S.C. PETROBRAZI S.A. şi S.C. PETROTEL S.A.

Sistemele de gestiune asistată de calculator ce fac obiectul proiectului realizează o funcţie bine definită în conceptul general SCADA. Specific structurilor sistemelor informatice, proiectul are două componente: hardware şi software, dar realizate într-un concept unitar ca un tandem hard-soft. Sistemul de gestiune este organizat pe trei niveluri ierarhice, specifice sistemelor cu parametrii distribuiţi: prelevarea informaţiei din proces, prelevarea locală a informaţiei şi punctul central de prelucrare.

Se estimează următoarele efecte tehnico-economice:

- creşterea productivităţii în exploatarea instalaţiilor electrice - sistemul de gestiune preia toate operaţiile legate de citirea contoarelor, transmiterea datelor la dispecer, întocmirea jurnalelor operative de tură, bilanţuri, rapoarte, arhivare, inclusiv operaţiile legate de decontarea furnizor-consumator;

- reducerea consumurilor specifice de energie electrică prin :

• reducerea vîrfurilor de putere absorbită, cu durate mici de utilizare, care duce la ameliorarea curbei de sarcină;

• reducerea consumurilor neproductive de energie electrică printr-o supraveghere şi comparaţie în timp real a consumului pe paliere, schimburi, zile, decade, luni etc.;

• îmbunătăţirea indicelui de intensitate energetică pe fluxuri de produse, tehnologii şi prin efectuarea în timp a calculelor de bilanţ şi de consumuri specifice.

On the basis of state of the art technologies in the country and abroad, the paper presents two projects for "Computer Assisted Electricity and Power Management System with Extended Functions" (including the energy tariff procedures), these systems are to be implemented within the PETROBRAZI S.A. and PETROTEL S.A. platforms.

The computer assisted management systems have a definite function in SCADA general concept.

In compliance with the structure of the data processing systems, the project has two component parts; hardware and software but unitarily achieved as a hard-soft tandem.

The management system is three hierachical levels drawn up consistant with the distributed parameters systems: information drawing of the process, information locally drawing of and the main point of process.

The following technical and economical effects are to be assessed;

- increasing the electricity outfits best utilization - the management system takes over all operations related to meters reading, data transmission to the dispatcher, drawing up the technical specification, audits, reports, records and supplier-consumer discount procedures;

- reducing the power input peaks used for short periods and resulting on the improvement of the load curve;

- reducing the electricity inefficient consumptions by monitoring and comparing in real time, the consumption on floors, shifts, days, decades, months, and so on;

- improving the energy intensity index on product flow, technologies and by performing in real time the specific consumption and audit computations.

* Institutul de Cercetări şi Modernizări Energetice - ICEMENERG , Bucureşti

Descriptori : DSM, gestiunea energiei electrice

Introducere

Conceptul DSM se poate sintetiza, pe scurt, prin lucrări de investiţii ale furnizorului la consumatori, în scopul optimizării consumului de energie în avantajul ambelor părţi.

Deşi implementarea programelor DSM în ţara noastră este înregistrată de prezenţa unor factori specifici defavorizanţi cu caracter temporar, RENEL a iniţiat creditarea unui pachet de lucrări care conduce la economii de energie. Printre acestea se numără şi sistemele de gestiune asistată de calculator a puterii şi energiei electrice cu funcţiuni extinse (inclusiv tarifarea energiei), sisteme dezvoltate de ICEMENERG, ce urmează a fi implementate pe platformele S.C. PETROBRAZI S.A. şi S.C. PETROTEL S.A.

În acest domeniu, ICEMENERG a acumulat experienţă prin concepţia şi realizarea sistemelor de gestiune asistată de calculator la marii consumatori industriali, printre care menţionăm: COS Tîrgovişte, Autocamioane Braşov, Nicolina Iaşi, Frigidere Găieşti, IMUT Moreni, Sinterom Cluj, SANEX Cluj, Combinatul Siderurgic Galaţi, Laminorul de Tablă Galaţi, Şantierul Naval Galaţi, Griviţa Bucureşti şi altele.

Pe baza unor echipamente moderne, cu grad ridicat de fiabilitate, aliniate normelor vest-europene au fost realizate în ultimii ani sisteme de gestiune asistată de calculator la trei mari consumatori industriali: UPET Tîrgovişte, Anvelope Floreşti, Exploatarea Minieră Moldova Nouă.

1. Date tehnice ale proiectului

În etapa de pregătire a lucrărilor privind realizarea sistemului de gestiune asistată de calculator a puterii şi energiei electrice achiziţionate şi distribuite/produse pe platformele S.C. PETROBRAZI/PEROTEL S.A., pe baza unor cunoştinţă minime asupra proceselor tehnologice, a discuţiilor directe cu beneficiarul şi cu creditorul au fost întocmite documentele din etapa preinvestiţională prin care se preconizează:

- titlul obiectivului de investiţie;
- oportunitatea realizării investiţiei;
- conţinutul lucrării;
- elemente de eficienţă cu evaluarea estimativă a economiilor de energie posibile.

S-a efectuat, de asemenea, o evaluare a eficienţei investiţiei exprimată în economii prognozate de energie electrică.

Sistemele de gestiune asistată de calculator ce fac obiectul proiectului realizează o funcţie bine individualizată în conceptul general SCADA. Datorită faptului că informaţiile furnizate au caracter comercial (putere şi energie electrică) se impune necesitatea existenţei în configuraţie a echipamentelor dedicate, supuse legilor metrologice.

1.1. Caracterizarea generală a proiectului

Specific structurilor sistemelor informatice proiectul este structurat pe două componente: hardware şi software, dar realizate într-un concept unitar ca un tandem hard-soft:

- configuraţia hardware, organizată pe niveluri ierarhice, specifice sistemelor cu parametrii distribuiţi:
  - aparatura de preluare a informaţiei din proces;
  - suport de transmisie date;
  - echipament de prelucrare locală;
  - sistem de prelucrare centrală;
- componenta software, totalitatea produselor program de bază şi de aplicaţie organizate, de asemenea, pe niveluri de prelucrare, corespunzătoare nivelurilor din structura hardware.

Datorită legăturilor informaţionale interne şi externe şi necesităţii unor atestări metrologice în realizarea acestui sistem rolul de proiectant şi antreprenor general este hotărîtor pentru reuşita unui astfel de sistem.

1.2. Structura optimă a proiectelor

La baza configuraţiei sistemului de telegestiune şi alegerii echipamentelor a stat volumul solicitat al telecontorizărilor din punctele de măsurare putere energie electrică produsă (cazul PETROTEL, unde există două centrale electrice pe platformă), achiziţionată şi distribuită în conturul de consum. În anexa 2 este prezentată schema electrică monofilară a reţelei de alimentare cu

energie electrică pe platforma PETROTEL pentru care se realizează sistemul de gestiune.

Structura sistemului de gestiune este asigurată pe niveluri ierarhice (anexa 1).

Nivelul I - Prelevarea informaţiilor din proces

Se realizează prin contoare sau convertoare moderne pentru *P* şi *Q*, din ţară sau import, avînd clasa de precizie diferită de la fabricant la fabricant, între 0,1; 0,5 ... 1; 2 %. Din ţară s-au preferat contoarele electronice tip CSA şi CSR cl. precizie 0,2 cu ieşire în impulsuri. Din import s-au prospectat firmele:

- GfE Belgia (convertor *P* şi *Q* cl.0,1/0,5 cu ieşire în impulsuri)
- GANZ Ungaria (contoare electronice *P* şi *Q* cl.0,5/1 cu ieşire în impulsuri şi contoare clasice cu inducţie, *P* şi *Q* cl.1/2 cu ieşire în impulsuri)
- ALLEN - BRADLEY SUA (consum *P* şi *Q* cu ieşire în semnale unificate)

Legătura între contoare şi echipamentele de prelucrare locală se va realiza printr-o reţea de comunicaţii de tip simplex. Impedanţa acestor linii are restricţii funcţie de echipamentul ales.

Nivelul II - Prelucrarea locală a informaţiilor

Se face cu echipamente inteligente care grupează informaţiile, în funcţie de numărul de intrări posibile.

S-au prospectat firmele:

- GfE Belgia (echipamente LDU realizate în variante cu 4, 8, 16 sau 24 de intrări, integrate într-un sistem de gestiune cu astfel de echipamente distribuite)
- GANZ Ungaria (echipamente sumatoare de tip ETS-M în variante cu 4, 8 sau 12 intrări, care au o ieşire tren impulsuri cu frecvenţa direct proporţională cu suma energiilor înregistrate pe intrări)
- ALLEN - BRADLEY SUA (echipamente realizate cu module de intrări analogice)

Nivelul III - Punctul central de prelucrare

Se realizează cu echipamente de calcul compatibile IBM PC, în configuraţie completă. Funcţionarea se face pe sesiuni de lucru, fie aleatoare, fie programabile la anumite ore. Configuraţia propusă permite utilizarea sistemului de calcul şi pentru alte scopuri.

2. Efecte tehnico-economice

Pentru a se putea aprecia o prognoză asupra evoluţiei se prezintă în anexa 3 consumul de energie electrică şi cantitatea de ţiţei procesat corespunzător pe ultimii 4 ani.

Din analiza consumului specific de energie electrică pe tona de ţiţei procesat (anexa 4) se poate constata rata de creştere a acestuia, cauzată de reducerea cantităţii de ţiţei procesat şi numai de aproximativ două ori a energiei electrice consumate. Ca un aspect pozitiv al consumului este forma curbei zilnice de sarcină pe total platformă, care are un grad de aplatisare ridicat (peste 0,84), funcţionînd aproape în bază.

Din lipsa aparaturii adecvate decontarea energiei se face în principal pe tarif monom, în cazuri izolate utilizîndu-se şi tariful binom simplu, acolo unde există aparate.

2.1. Creşterea preciziei şi rezoluţiei de măsurare

Erorile de măsură duc la înregistrarea unei pierderi de energie, care în echivalent lei se traduce în pierdere comercială. Aceasta poate fi redusă prin creşterea preciziei şi rezoluţiei de măsurare.

La energia consumată în anul 1992 valoarea pierderilor comerciale recuperate prin trecerea la clasa de precizie 0,5 de la clasa 2 este de circa 6000 MWh anual în cazul PETROBRAZI, respectiv 1500 MWh anual în cazul PETROTEL.

2.2. Reducerea pierderilor în staţiile de transformare

Din analiza curbelor de sarcină actuale coeficientul de neuniformitate a curbei zilnice este de sub 8 %.

În cazul PETROBRAZI, din evidenţele de consum rezultă o putere maximă absorbită de aproximativ 60 MVA şi minimă de 50 MVA, respectiv un grad de încărcare de aproximativ 16 % faţă de nominal instalat (6* 40 MVA + + 6*20 MVA = 360 MVA.

Din curbele de randament ale transformatoarelor se poate constata o scădere considerabilă a acesteia la valori mici de încărcare. Stabilirea numărului optim de transformatoare în funcţie de încărcare duce la reducerea pierderilor prin transformare, iar urmărirea şi evaluarea acestora se poate face numai prin sisteme moderne asistate de calculator.

În cazul PETROBRAZI, scoaterea în rezervă a cîte unui transformator de 40 MVA şi a unuia de 20 MVA reprezintă 16,66 % din totalul puterii instalate. Reducerea pierderilor totale anuale de energie în transformatoare se ridică la circa 9000 MWh/an.

2.3. Economii obţinute prin reducerea consumurilor specifice de energie electrică

În anexa 4 se prezintă evoluţia consumurilor specifice de energie pe ultimii 4 ani. Reducerea acestuia se poate face în continuare prin gestiunea asistată de calculator a puterii şi energiei electrice.

Pentru aceasta avem operante următoarele:

• Reducerea vîrfurilor de putere absorbită, cu durate mici de utilizare, care solicită sistemul energetic, în special în orele de vîrf ale curbei zilnice. Deplasînd consumul din perioada de vîrf spre rest, consumatorul îşi ameliorează curba de sarcină. Aceasta are ca efect reducerea facturii şi optimizarea utilizării reţelei.

• Reducerea consumurilor neproductive de energie electrică printr-o supraveghere şi comparaţie în timp real a consumului pe paliere, pe schimburi, zile, decade, luni etc.

• Îmbunătăţirea indicelui de intensitate energetică pe fluxuri de produse, tehnologii, fabrici, ateliere şi altele, prin efectuarea în timp real a calculelor de bilanţ şi de consumuri specifice.

• Creşterea productivităţii personalului de exploatare prin absolvirea acestuia de la efectuarea citirilor de aparate de măsură şi întocmirea jurnalelor operative de tură, calcule de bilanţ şi altele.

• Îmbunătăţirea condiţiilor socio-profesionale pentru personalul de exploatare şi concentrarea atenţiei totale asupra exploatării corecte, întreţinerii şi supravegherii securităţii exploatării instalaţiilor primare.

• Eliminarea erorilor subiective şi creşterea rezoluţiei şi preciziei de evaluare a consumurilor şi costurilor energiei electrice distribuite etc.

Consumul de energie electrică pe anul 1992 a fost de 400 GWh în cazul SC PETROBRAZI SA, respectiv 240 GWh în cazul SC PETROTEL SA. Se admite ipoteza că în anii ce urmează consumul de energie să se menţină la acelaşi nivel.

Urmare a efectelor tehnico-economice menţionate mai sus reducerea cu numai 2 % a consumului de energie electrică înseamnă 8000 MWh/an, în cazul S.C. PETROBRAZI S.A., respectiv 4800 MWh/an, în cazul S.C. PETROTEL S.A.

2.4. Creşterea productivităţii în exploatarea instalaţiilor electrice

Sistemul de gestiune asistată de calculator pentru energie electrică preia toate operaţiile legate de citirea manuală a contoarelor, transmiterea datelor la dispecer, întocmirea jurnalelor operative de tură, bilanţuri, rapoarte, arhive, inclusiv operaţiile legate de decontare furnizor-consumator.

Considerăm că operaţiunile menţionate mai sus afectează timpul a trei salariaţi anual, unul de nivel mecano-energetic, unul pentru punctul central de dispecer şi unul pentru producţie, consum şi decontare.

Acest personal se poate reorienta pentru activitatea de exploatare şi operativă.

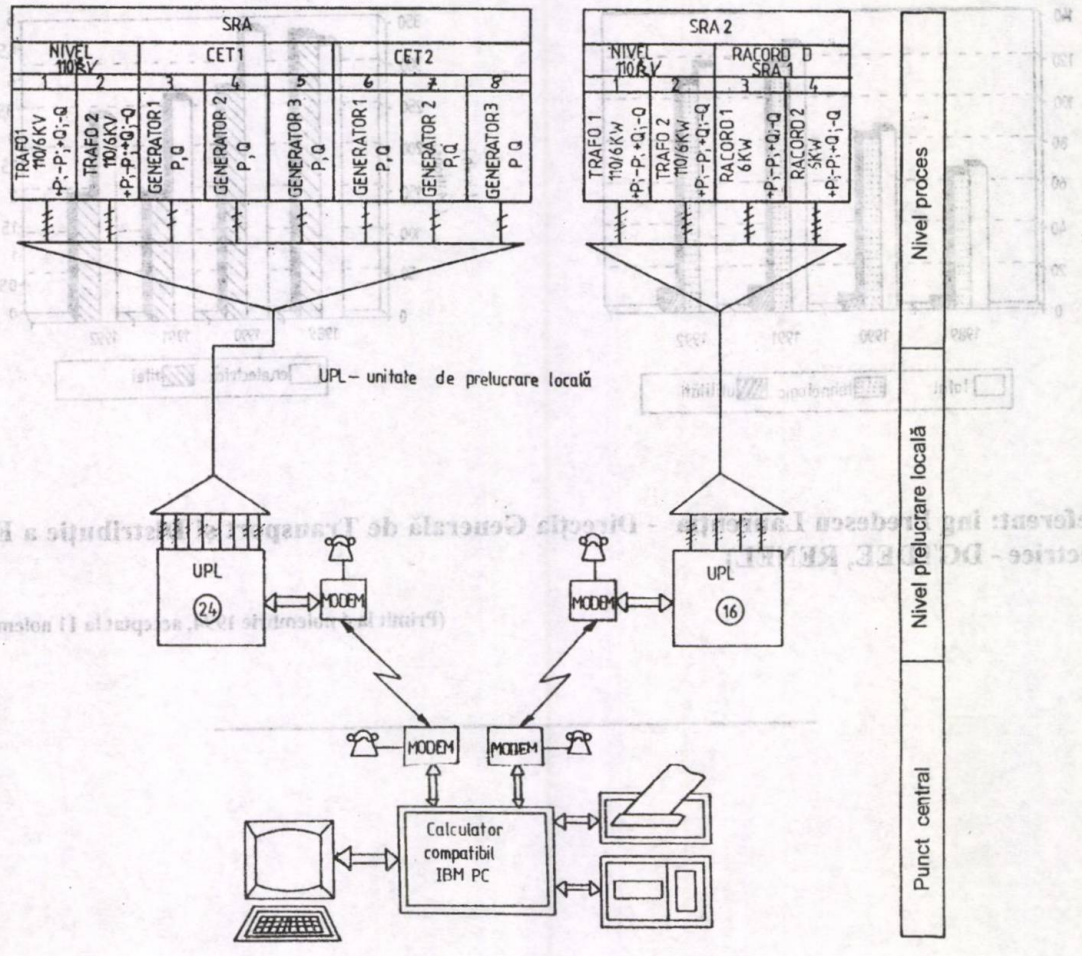
Concluzii

O evidenţă corectă, cu precizie, obiectivitate, operativitate, acurateţe şi în timp real nu se poate concepe decît folosind un sistem de gestiune asistat de calculator. Acest sistem permite punerea în practică a măsurilor de economisire a energiei menţionate la pct.2, precum şi a altora (compensarea puterii reactive, reglajul nivelurilor de tensiune etc.), măsuri cu efecte benefice atît asupra consumatorului, cît şi asupra furnizorului.

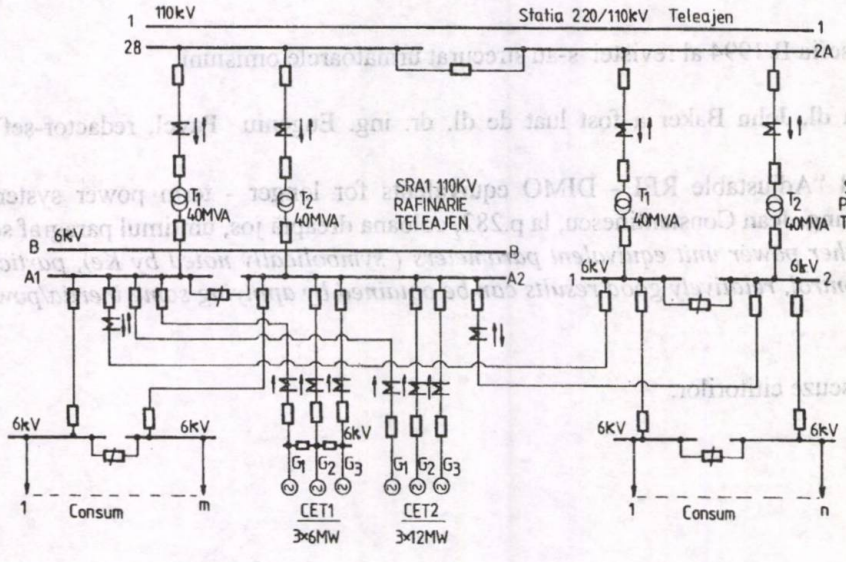
Contoarele montate în CET Brazi şi staţia 400/220/110 kV Brazi Vest pe alimentările de 110 kV şi 35 kV ale PETROBRAZI S.A. şi echipamentele de prelucrare locală, ca părţi componente ale sistemului de gestiune, pot fi folosite de către furnizorul de energie electrică pentru facturarea energiei electrice consumate.

Este dificilă măsurarea cu exactitate a costului punerii în practică a acestor proiecte şi evaluarea economiilor de energie, acestea din urmă depinzînd în mare parte de comportamentul consumatorului. Este esenţial, de aceea, controlul direct al desfăşurării acţiunii de către proiectant, evaluarea continuă a rezultatelor obţinute şi asigurarea serviciilor de consultanţă pentru consumator.

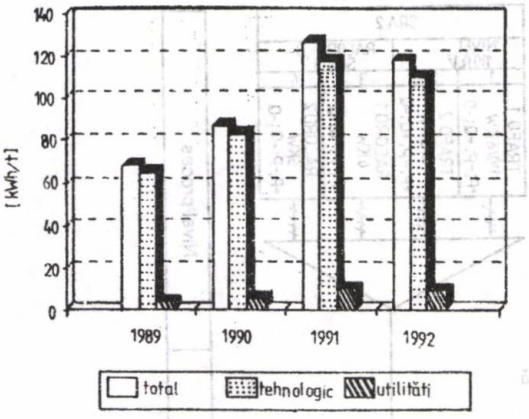
ANEXA 1. Configuraţia sistemului de gestiune



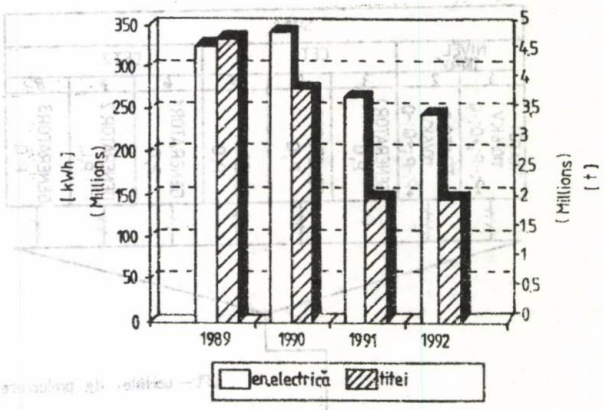
ANEXA 2. Schema electrică monofilară a reţelei de alimentare cu energie electrică



ANEXA 3. Evoluţia anuală a cantităţii de ţiţei şi a consumului de energie electrică



ANEXA 4. Consumul anual de energie electrică pe tona de ţiţei prelucrat



(Referent: ing Predescu Laurenţia - Direcţia Generală de Transport şi Distribuţie a Energiei Electrice - DGTDEE, RENEL)

(Primit la 4 noiembrie 1994, acceptat la 11 noiembrie 1995)

Erată

În numărul 6, seria B/1994 al revistei s-au strecurat următoarele omisiuni:

1. Interviul cu dl. John Baker a fost luat de dl. dr. ing. Eugeniu Pavel, redactor-şef al revistei Energetica.

2. La articolul "Adjustable REI - DIMO equivalents for longer - term power system dynamics simulation" autor dr. ing. Jean Constantinescu, la p.282, coloana dreaptă jos, umtimul paragraf se va citi :

To compute other power unit equivalent parameters (symbolically noted by Ke), particularly those associated to load control, relatively good results can be obtained by applying some inertia/power weighted factors (Fi), [3, 4]:

Redacţia cere scuze cititorilor.

Recenzie

A. ARIE, C. NEGUŞ, C. GOLOVANOV, N. GOLOVANOV. **Poluarea cu armonici a sistemelor electroenergetice funcţionînd în regim permanent simetric**. Ed. Academiei Române Bucureşti 1994

Introducerea pe scară tot mai largă în ultimii ani a electronicii de putere, a dus la apariţia frecventă a armonicilor superioare în reţele electrice şi a impus adoptarea unor măsuri antipoluante.

Lucrarea se prezintă ca o continuare a importantelor preocupări din domeniul regimului deformant începute cu decenii în urmă de către acad. Constantin I. Budeanu şi prof. I.S. Antoniu . În acelaşi timp, ea vine în sprijinul specialiştilor în electroenergetică, atît prin abordarea clasică, cît şi prin bogatul material bibliografic foarte nou folosit.

Lucrarea este structurată în 10 capitole, urmărindu-se atît aspectul teoretic al problematicii regimului deformant, cît şi cel practic, atît de necesar specialiştilor din exploatare.

În **capitolul 1** se prezintă condiţiile generale referitoare la subiect.

Stabilirea responsabilităţilor furnizor-consumator ţinînd seama de interdependenţa generator-reţea-utilizator în ceea ce priveşte poluarea armonică în sistemul energetic va avea în viitor o importanţă din ce în ce mai mare, în special în elaborarea noilor contracte de furnizare a energiei electrice

Capitolul 2 al lucrării defineşte principalii indicatori ai nivelului fenomenelor deformante; se utilizează noţiunea de putere deformantă trifazată şi implicaţiile acesteia asupra factorului de putere din reţea. Tot în acest capitol se face referire la reglementările în vigoare în mai multe ţări din lume privitoare la valorile admisibile ale principalilor indicatori ai registrului deformant, coeficientul de distorsiune şi nivelul armonicelor. Autorii scot în evidenţă importanţa indicatorului "nivel al armonicii de curent".

Capitolul 3 subliniază metode de analiză discretă a transformatei Fourier rapide folosindu-se funcţii sinusoidale clasice, funcţii rectangulare de tip Radenacher, transformata Z, precum şi metode de sinteză a funcţiilor armonice. Abordarea matematică extrem de riguroasă constituie un real sprijin pentru cei care vor să aprofundeze problema regimului deformant.

Capitolul 4 analizează în detaliu problemele legate de funcţionarea în reţele electrice a unor elemente cu caracteristici neliniare.

Prezenţa acestor elemente neliniare în reţea conduce la apariţia unor curenţi nesinusoidali, care, parcurgînd elemente liniare de circuit duc la căderi de tensiune nesinusoidale ce se suprapun peste tensiunile sinusoidale ale surselor. În acest mod, în diferite puncte din sistem tensiunile apar deformate.

Pentru elementele neliniare din reţea autorii prezintă modele matematice adecvate.

În **capitolul 5** sînt prezentate schemele echivalente pentru majoritatea elementelor care se întîlnesc într-o reţea.

Capitolul 6 studiază propagararea armonicilor într-o reţea complexă şi efectele de amplificare ale armonicelor de curent electric care se datoresc fenomenului de rezonanţă. Se folosesc modele cu diferite scheme în care caracteristicile de funcţionare ale consumatorilor neliniari sînt analizate din două puncte de vedere:

a) ca sursă de armonici de curent constant;

b) ca sursă de tensiune armonică constantă.

Calculul circulaţiei curenţilor armonici şi al tensiunilor este exemplificat pe mai multe structuri de modele ale reţelei .

Pentru stabilirea circulaţiei curenţilor în sistem sînt utilizate metodele de calcul utilizate în regim monoarmonic.

Capitolele 7 şi 8 tratează efectele poluării armonice asupra componentelor sistemelor electroenergetice, precum şi erorile care apar în cazul aparatelor de măsură şi control al regimului deformant.

Se pun în evidenţă măsuri specifice care trebuie luate pentru limitarea influenţelor negative datorate poluării armonice şi sînt indicate metodele generale de analiză a funcţionării aparatelor de măsurare în regim deformant.

Se insistă asupra posibilităţilor de măsurare a puterii şi energiei în reţele poluate armonic.

Capitolul 9 abordează probleme de măsurare frecvent întîlnite:

- metode de măsurare a parametrilor unui semnal nesinusoidal;
- măsurarea energiei active cu contoare statice care, pe lîngă o precizie ridicată, permit asigurarea prelucrării centralizate a datelor măsurării ;
- folosirea unor sisteme de achiziţie de date pentru determinarea parametrilor regimului deformant şi pentru urmărirea evoluţiei în timp.

Capitolul 10 prezintă diferite metode pentru limitarea conţinutului de armonici din reţele (scheme şi regimuri adecvate de funcţionare a echipamentelor), scheme de alimentare cu energie electrică care limitează conţinutul de armonici (filtre de armonici şi compensatoare).

Patru anexe vin în sprijinul cititorului în ceea ce priveşte metodele matematice folosite.

Lucrarea prezintă la un nivel ştiinţific deosebit o problemă de mare actualitate în ceea ce priveşte calitatea energiei electrice.

ing. DANA CHIRVASE

Nota redacţiei. În mod deliberat am rugat un cercetător din generaţia mai tînără, interesat în problemele specifice, să-şi exprime părerile şi să facă aprecieri asupra lucrării. Sîntem de acord cu cele prezentate şi subliniem faptul că lucrarea este de referinţă pentru specialişti, iar numele autorilor cărţii reprezintă o garanţie pentru valoarea conţinutului.

La redacţie s-a mai primit, pentru aceeaşi lucrare, o recenzie elaborată de ing. Romulus Sfichi (RENEL-FRE Suceava) şi o alta de la ing. Hermina Albert şi dr. ing. Sebastian Ionescu (ISPE) ambele laudative, care din lipsă de spaţiu grafic nu pot fi prezentate "in extenso" în paginile revistei. Recenzia d-lui Romulus Sfichi prezintă în afară de conţinut şi unele puncte de vedere "de cititor", din care am extras cîteva fragmente care, credem, că prezintă interes atît pentru autori cît şi pentru ceilalţi cititori ai lucrării.

Redactor şef,
dr.ing. Eugeniu Pavel

Extrase din recenzia d-lui Romulus Sfichi:

. . . . . .

În privinţa indicatorilor regimului deformant sîntem încă departe, pe plan european chiar, de a îmbrăţişa un punct de vedere comun. În acest sens consider că stabilirea corelaţiei între coeficientul de distorsiune şi nivelul armonicilor era strict necesară

Subliniem, de asemenea, faptul că indicatorii avuţi în vedere sînt cei de siguranţă, care se referă la echipamentele electrice. Există însă o categorie de indicatori (nenormaţi prin prescripţii), cu caracter economic, care influenţează decisiv nivelul pierderilor de putere activă şi energie electrică în reţelele electrice ce funcţionează în regim deformant. În acest sens un astfel de indicator este *factorul deformant* (τ) definit încă de C.I. Budeanu, la care se adaugă *factorul complementar* (care include factorul deformant şi factorul reactiv) de curînd propus de un participant român la Sesiunea CIGRE - Paris, 1994.

În acelaşi context subliniem faptul că, deşi s-au făcut (şi se fac) eforturi intense, lumea tehnico - ştiinţifică mondială încă nu recunoaşte noţiunea de putere deformantă aşa cum a fost definită de C.I. Budeanu. Aceasta înseamnă că atît puterea deformantă, cît şi unitatea sa de măsură (volt - amper deformant) încă nu are o recunoaştere oficială internaţională.

Facem această subliniere pentru a reaminti tuturor celor interesaţi că problemele regimului deformant sînt încă departe de a fi pe deplin clarificate atît în plan teoretic cît şi, mai ales, în plan aplicativ - industrial.

O mare parte din aspectele ce caracterizează regimul deformant continuă a fi controversate. Aceasta presupune, în continuare, cercetări de mare întindere abordate sistemic în cadrul domeniului care priveşte *compatibilitatea electromagnetică*. În această viziune este reelaborat normativul românesc (PE 143/1994) privind limitarea regimului nesimetric şi deformant în reţelele electrice (revizuirea PE 143/1980, care a avut caracter experimental) şi pe care colectivul de autori ai lucrării pe care o recenzăm, nu a avut posibilitatea să-l folosească la elaborarea cărţii.

. . . . . .

Prezentarea succintă a conţinutului lucrării atestă faptul, credem, că ne aflăm în faţa unei monografii de factură clasică, dar infuzată cu elemente moderne, elaborată în baza unei ample bibliografii (fiecare capitol este însoţit de bibliografia adecvată) care cuprinde sute de referinţe. În acelaşi timp, lucrarea se sprijină pe rezultatele cercetărilor proprii ale autorilor - personalităţi bine cunoscute în ţară şi străinătate pentru aportul adus de-a lungul anilor la studiul regimului deformant în reţelele sistemelor electroenergetice.

Dar o tratare exhaustivă a tematicii regimului deformant în reţelele electrice este practic imposibilă. Lucrarea are în vedere doar regimul permanent (stabilizat) simetric al reţelelor electrice, urmînd ca într-un nou volum (aşa cum precizează autorii în capitolul 1) să se abordeze aceeaşi tematică pentru cazul regimului tranzitoriu şi asimetric (dezechilibrat). Este fără îndoială o întreprindere curajoasă, dar necesară, pentru literatura noastră de specialitate. Subliniem nivelul înalt la care este prezentată lucrarea ce are caracter fundamental şi interdisciplinar, aprofundînd o gamă largă de aspecte din domeniul electronicii de putere, necesare inginerilor electroenergeticieni, precum şi studenţilor din facultăţile de profil electric şi electroenergetic.

Nivelul de abstractizare, în unele din cele 9 capitole ale lucrării, este însă prea mare, după părerea noastră, lucrarea neincluzînd nici un exemplu numeric de calcul, nici un element din practica exploatării sistemului electroenergetic românesc - deşi, dată fiind factura academică a lucrării, poate că astfel de aspecte ar trebui să fie tratate în lucrări de alt nivel şi structură.

Tematica lucrării se înscrie, după părerea noastră, în domeniul perturbaţiilor, al compatibilităţii electromagnetice. Din păcate, în ţara noastră nu avem încă prevederi STAS privind calitatea energiei electrice unde "poluarea armonică" îşi are locul ei. Astfel de lucrări trebuie să pledeze pentru elaborarea unui astfel de standard, unde perturbaţiile cauzate de

regimul deformant trebuie corelate cu cele datorită regimului asimetric, şocurilor de putere reactivă (flicher), goluri de tensiune etc., dat fiind că regimul deformant, în cele mai multe cazuri, nu se manifestă singular. În plus, efectele regimului deformant trebuie studiate prioritar, credem, într-un plan statistic, probabilistic - ceea ce, de altfel, autorii au inclus într-un capitol al lucrării.

Există colective de cercetători în România care se ocupă cu succes de implementarea urmăririi în timp real a regimului deformant utilizînd tehnica de vîrf a microprocesoarelor, iar în ultimul timp a început utilizarea sistemelor expert şi a reţelelor neuronale în domeniul studiului propagării armonicilor superioare în reţelele sistemelor electroenergetice. Toate aceste aspecte se cer, credem, a fi incluse în astfel de lucrări.

ing. ROMULUS SFICHI
FRE Suceava

DE PERSONIS

HANS THIESS

La 9 februarie a.c. a încetat din viaţă , la remarcabila vîrstă de 104 ani, la Sibiu, decanul de vîrstă al energeticienilor români, ing. Hans Thiess.

Născut la 9 octombrie 1890 la Braşov, şi-a făcut studiile liceale în oraşul natal, după care a urmat studiile universitate la Politehnica din München- Germania.

După terminarea studiilor şi obţinerea diplomei de inginer, s-a întors în ţară stabilindu-se la Sibiu, ca angajat la Uzina Electrică - atelierul de proiectare, mai întîi ca proiectant şi ulterior ca director adjunct . A fost şi membru activ al Societăţii electrice Transilvania, înfiinţată în 1924 din iniţiativa Uzinei electrice.

Dintre multiplele lucrări realizate în faza iniţială pe baza proiectelor sale sau cu contribuţia sa, menţionăm: trecerea alimentării consumatorilor din zona Sibiului de la sistemul monofazat la cel trifazat; înlocuirea în 1921, pentru prima dată în România, a convertizoarelor rotative cu redresoare cu mercur la alimentarea tramvaielor din Sibiu. De asemenea, sub conducerea renumitului inginer german Oskar von Miler, proiectantul Uzinei Sadu I, pusă în funcţiune în 1896, a participat la proiectul de electrificare a Transilvaniei denumit, Transcarpatina". În 1926, sub conducerea inginerului Thiess au început investigaţiile în zona muntelui Negoianu pentru o nouă centrală hidroelectrică pe rîul Sadu, lucrări ce au fost folosite ulterior la construcţia centralei Sadu V, la a cărei punere în funcţiune a participat în decembrie 1955.

Începînd cu 1929 a contribuit la punerea în funcţiune a LEA de 60 kV Tîrnăveni-Mediaş-Sibiu, ceea ce a însemnat electrificarea a 52 comune şi a oraşelor Alba-Iulia, Sebeş, Tîrnăveni, Ocna Mureş, Sighişoara, Făgăraş şi Aiud.

În aceeaşi perioadă a făcut parte şi din Asociaţia Generală a Producătorilor şi Distribuitorilor de Electricitate, în calitate de secretar, elaborînd anual ura din cele mai importante lucrări în domeniul energetic la acea dată, *Statistica generală a producătorilor de energie electrică din România,* publicată în Buletinul Asociaţiei respective.

Şi-a încheiat activitatea în 1957, prin ieşirea la pensie din cadrul IRE Sibiu.

În cariera sa îndelungată şi plină de realizări a elaborat peste 200 studii publicate în reviste de specialitate din ţară şi străinătate . Ultima , "Din începuturile electrificării în România a apărut în nr. 5/1974 al revistei ENERGETICA.

Ca o încoronare a activităţii depuse în 1994 ing. Hans Thiess a fost atestat membru fondator de onoare al Asociaţiei Române de Istorie a Ştiinţei şi Tehnicii.

Redacţia ENERGETICA îşi exprimă regretul pentru pierderea specialistului român Hans Thiess şi omagiază activitatea sa îndelungată şi plină de realizări în domeniul energeticii din ţara noastră.

Redacţia

Manifestări tehnico-ştiinţifice

CEPEX - PREMIERĂ MONDIALĂ ÎN DOMENIUL ENERGETIC
25 - 27 aprilie, Pozan, Polonia

An de an în lume au loc nenumărate tîrguri , expoziţii, conferinţe şi congrese internaţionale în cele mai diverse domenii, cu cele mai diverse produse, de la jucării la utilaje grele. Anul 1995 va prilejui însă o premieră mondială: CEPEX (Central European Power Exhibision) - prima expoziţie internaţională în domeniul energetic, organizată în Europa Centrală, de I.I.R. International Exhibitions şi Modern Power Systems.

CEPEX poate fi definit ca un eveniment de maximă importanţă în politica energetică actuală, avînd în vedere iminenţa interconectării sistemelor energetice la nivel european, punctul cheie la care s-a ajuns în negocierile între Piaţa Comună şi Europa de Est în vederea acestei integrări.

La acest *power-show,* în adevăratul sens al cuvântului, îşi vor da concursul cei mai de seamă producători, furnizori şi specialişti din industria energetică: PreussenElektra, Byernwerke, Siemens (Germania), ABB, British Gas, Electricité de France, Foster Wheeler (S.U.A.), Vattenfall (Suedia), care alături de alte câteva zeci de participanţi din Anglia, Canada, Cehia, Danemarca, Elveţia, Finlanda, Franţa, Germania, Italia, Olanda, Polonia, România, Rusia, Statele Unite ale Americii, vor prezenta tehnologiile şi echipamentele cele mai avansate în domeniul generării, transportului, distribuţiei şi conservării energiei.

România va fi prezentă cu un stand (20 m^2) în care RENEL va expune şase echipamente de microproducţie şi materiale promoţionale, care reflectă activitatea de cercetare a patru dintre institutele sale: ICEMENERG , I.S.P.E. , I.S.P.H. şi RENEL - GEN.

În paralel cu expoziţia se desfăşoară CEPCON - conferinţa internaţională pe teme energetice cu participarea a peste 40 de vorbitori. Problematica abordată va cuprinde: restructurarea pieţei energetice în Europa Centrală, finanţe şi investiţii, infrastructura, sisteme de interconectare etc.

Din Comitetul Tehnic al CEPCON face parte şi domnul dr. ing. Jean Constantinescu, director general al ICEMENERG, care în data de 26 aprilie a.c. va prezenta lucrarea intilulată: **Poate sistemul energetic român opera în paralel cu sistemul UCPTE?** Domnia-sa va lua în discuţie efectele posibile ale integrării în sistemul UCPTE, pornind de la ultimele cercetări în domeniu.

Avînd în vedere poziţia geo-strategică a României, situaţia conflictuală din fosta Jugoslavie, reducerea capacităţii energetice a pieţei ruseşti, România este în măsură să devină placa turnantă între est şi vest în domeniul energetic.

Pentru informaţii suplimentare referitoare la CEPEX'95 vă puteţi adresa:

Dl. Paul Webster în Marea Britanie - telefon : 0044-483/770-705 - fax: 0044-483/751-602	Dna. Simona Kessler la Bucureşti - telefon: (01)615-5658 - fax : (01)311-0047

Notă. Programul CEPEX a fost transmis odată cu numărul 1/1995, seria A, al revistei ENERGETICA.

СОДЕРЖАНЕ

ВАСИЛЕ РУДЖИНА: Круглый стол: Применение управления спросом энергии на пользователь в Румынии - Галаць, 24-го ноября 1994 г. 3 - 4
ЕУДЖЕНЮ ПАВЕЛ, КОСТИН ЛИВЮ РУКЭРЕАНУ: Управление спросом энергии в условиях стран с переходным хозяйством 5 - 10
ГЕОРГЕ ИНДРЕ, ДУМИТРУ МАНЕА: Управление спросом энергии - за и проти 11 -16
ЭМИЛ КОСТИН, ОАНА ПОПЕСКУ: Управление применением энергии в Румынии. Румынская концепция, достижения, перспективы 17 - 20
ЖАН КОНСТАНТИНЕСКУ, ВАСИЛЕ РУДЖИНА: Решения применения управления спросом энергии в экергетической системе Румынии 21 - 26
НИКОЛАЕ ДУМИТРУ, МИХЭИЛЕСКУ АЛИС: Применении технологии микроволи в промышленности 27 - 32
ГЕОРГЕ ИНДРЕ, ДУМИТРУ МАНЕА: Аспекты продвижения новаторских тарифор электроэнергии 33 - 36
ХАРАЛАМЬИЕ КРИСТЯ, МИХАЙ ИВАН, МИРЕЛА БЕШЛИУ: Современное решение применения концепта управления спросом энергии на большие промышленные потребители электроэнергии:"Система учета электроэнергии с помощью ЭВМ" 37 - 42

НАУЧНО ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ
ДУМИТРУ МАНЕА: Обзор - Международная конференция ДА/ДСМ Европа'94" 16, 32

РЕЦЕНЗИЯ
ДАНА КИРВАСЕ: Арие А.Арие, К. Негуш, Кармен Голованов, Н. Голованов: Загрязнение гармониками электроэнергетических систем, работающих в установившимся симметричном режиме 43 - 45

DE PERSONIS 45

SOMMAIRE

VASILE RUGINĂ: La Table Ronde sur l'Application du DSM (la Gestion de l'Energie chez l'Utilisateur) en Roumanie - Galatzi, 2 novembre 1994 3 - 4
EUGENIU PAVEL, COSTIN RUCĂREANU: Le DSM dans les conditions des pays a économie en transition 5 - 10
GHEORGHE INDRE, DUMITRU MANEA: La gestion de l'énergie chez l'utilisateur: éléments prou et contre 11 -16
EMIL COSTIN, OANA POPESCU: La gestion de l'utilisation de l'énergie en Roumanie. La conception roumaine, réalisations et perspectives 17 - 20
JEAN CONSTANTINESCU, VASILE RUGINĂ: Solutions d'application du DSM chez l'utilisateur dans le système d'énergie roumain 21 - 26
NICOLAE DUMITRU, ALICE MIHĂILESCU: L'utilisation des technologies a microondes dans l'industrie 27 - 32
GHEORGHE INDRE, DUMITRU MANEA: Aspects de la promotion des tarifs innovateurs pour l'électricité 33 - 36
HARALAMBIE CRISTEA, MIHAI IVAN, MIRELA BEŞLIU : Une solition moderne d'application du concept de DSM chez les gros consommateurs industriels d'électricité: le Systeme de gestion de l'énergie électrique assisté par l'ordinateur 37 - 42
MANIFESTATIONS TECHNIQUES SCIENTIFIQUES
DUMITRU MANEA : Chronique de la Conférence Internationale "DA/DSM Europe'9" 16, 32
COMPTES RENDUS
DANA CHIRVASE : Arie A. Arie, C.Neguş, Carmen Golovanov, N. Golovanov "La pollution avec harmoniques des réseaux électriques fonctionnant en régime permanent symétrique" 43 - 45
DE PERSONIS 45

CONTENTS

VASILE RUGINĂ : Round Table on Application of Energy Management to the End-User in Romania - Galaţi, November 24, 1994 3 - 4

EUGENIU PAVEL, COSTIN LIVIU RUCĂREANU : DSM in Transitional Economy Countries 5 - 10

GHEORGHE INDRE, DUMITRU MANEA : Demand Side Management - Pros and Cons 11 - 16

EMIL COSTIN, OANA POPESCU : Management of Energy Use in Romania. Romania Conception, Achievements and Prospects. 17 - 20

JEAN CONSTANTINESCU, VASILE RUGINĂ : Solutions for DSM Application in the Romanian Energy System. 21 - 26

NICOLAE DUMITRU, MIHĂILESCU ALICE : Industrial Use of Microwave Technologies 27 - 32

GHEORGHE INDRE, DUMITRU MANEA : Aspects on Electricity Innovating Tariff Promotion. 33 - 36

HARALAMBIE CRISTEA, MIHAI IVAN, MIRELA BEŞLIU : A Modern Solution of DSM Application to the Great Industrial Electricity Consum "Computer Assisted Electricity Management System" 37 - 42

EVENTS

DUMITRU MANEA : Reports - "DA/DSM Europe'94 International Conference 16, 32

REVIEWS

DANA CHIRVASE : Arie A. Arie, C. Neguş, Carmen Golovanov, N. Golovanov: Electroenergy Systems Harmonic Pollution under Permanent Symmetrical Regime Operation 43 - 45

DE PERSONIS 45

INHALT

VASILE RUGINĂ: Gespräch am runden Tisch "Anwendung des Energie-Managements beim Verbraucher in Rumänien" - Galaţi, 24. November 1994 3 - 4

EUGENIU PAVEL, COSTIN LIVIU RUCĂREANU: Demand Side Management unter den Bedingungen der Länder mit Ubergangs-wirtschaft 5 - 10

GHEORGHE INDRE, DUMITRU MANEA : Demand Side Management - für und gegen 11 - 16

EMIL COSTIN, OANA POPESCU : Das Management der Energieanwendung in Rumänien. Rumänisches Konzept, Ergebnisse und Aussichten 17 - 20

JEAN CONSTANTINESCU, VASILE RUGINĂ : Anwendungslösungen des Demand Side Managements im Energieverbundsystem Rumäniens 21 - 26

NICOLAE DUMITRU, ALICE MIHĂILESCU : Industrieanwendung von Mikrowellentechnologien 27 - 32

GHEORGHE INDRE, DUMITRU MANEA : Aspekte der Förderung fortschrittlicher Tarife für die Elektroenergie 33 - 36

HARALAMBIE CRISTEA, MIHAI IVAN, MIRELA BEşLIU: Eine moderne Lösung zur Anwendung des M DMS-Konzepts bei industriellen Elektroenergie-Großverbrauchern: Rechnergestütztes Elektroenergie-Verwaltungssystem 37 - 42

TECHNICH - WISSENSCHAFTLICHE VERANSTALTUNGEN

DUMITRU MANEA : Chronik: "DA/DSM Europe'94" 16, 32

REZENSIONEN

DANA CHIRVASE : Arie A. Arie, C. Neguş, Carmen Golovanov, N. Golovanov: Oberschwingungsverzerrung der symmetrisch betriebenen Elektroenergiesysteme 43 - 45

DE PERSONIS 45

MŰSZAKI INFORMÁCIÓS KÖNYVTÁR ÉS KÖZPONT 1883 ORSZÁGOS

INSTITUTUL DE STUDII SI PROIECTARI ENERGETICE

INSTITUTE OF POWER STUDIES AND DESIGN

Studies
Design
Consulting
Engineering
Tech. assistance
Commissioning
Computer services

Turn Key Projects

Thermal and nuclear power plants
Electric transmission lines
Transformer substations
Town heating networks
High pressure and temperature piping

GENERAL CONTRACTOR

ISPE

REFERINŢE

ROMANIA - proiectare pentru sistemul energetic naţional şi alte industrii:
CET, CTE, CNE, staţii şi linii electrice

EXPORT - engineering şi proiectare:
Algeria, Peru, Germania, Cehia
CTE Singareni - India
CET El-Mex Alexandria - Egipt
CTE Hamrawein - Egipt
CET Banias - Siria
CTE Cebu - Filipine
CET Anatolia - Turcia
CET Pucheng - China
CT: Berlin, Dresda, Leipzig, Neubrandenburg, Halle, Rostock, Schwerin - Germania

Staţii de transformare:
Bangladesh, Maroc, Nigeria, Yugoslavia, Siria, Pakistan, Irak, Columbia

Linii electrice aeriene cu circuit simplu si dublu:
Iran, Irak, Egipt, Liban, Iordania, Pakistan Malaezia, Cipru

SERVICIILE OFERITE DE ISPE

Estimări privind opţiunile energetice
Studii de fezabilitate
Studii de fundamentare şi amplasament
Evaluări economice
Studii privind amplasarea centralelor şi staţiilor electrice
Analiza privind factorii de risc şi studii de optimizare a proiectelor

Proiecte de detaliu pentru lucrări electrice, mecanice şi de construcţii
Contracte şi specificaţii
Caiete de sarcini
Analize tehnice şi compararea propunerilor şi ofertelor
Tratative pentru încheierea de contracte
Avizări proiecte
Grafice de realizare a proiectelor
Inspectarea, testarea şi controlul calităţii centralelor şi staţiilor electrice

Metodologii pentru asigurarea calităţii
Inspectarea echipamentelor
Testarea în fabrica furnizoare
Supravegherea lucrărilor de construcţii şi montaj
Asigurarea documentaţiilor finale şi a instrucţiunilor de exploatare

Programe de probe şi teste
Punere în funcţiune şi remedieri
Şcolarizarea personalului de exploatare şi întreţinere
Urmărirea funcţionării iniţiale şi în exploatare a instalaţiei proiectate

With 45 years of experience
Your success is in our Power!

INSTITUTUL DE STUDII ŞI PROIECTĂRI ENERGETICE

ISPE

Bd. Lacul Tei nr. 1 — BUCUREŞTI 72301
P.O. Box 30 - 33 — Tel. (40.1) 610.70.80
Tx. 10978 ISPE r — Fax (40.1) 312.36.20
Măgurele P.O. Box 5204 Fax: (401) 3123930

Romania
RENEL
Romanian Electricity Authority

ICEMENERG
ENERGY RESEARCH AND
MODERNISING INSTITUTE
8, Energeticienilor Blvd.
79619 Bucharest 3 - Romania
fax: (401) 321 10 10; phone: (401) 321 32 41
email: sroti @cci.vsat.ro

For over 35 years of experience ICEMENERG - RENEL turned to be the Romanian leader in **all energy services**

* ***R&D and demonstration projects***
* ***Nation-wide energy and environmental issues***
* ***Certifying and testing of industrial equipment and appliances***

ICEMENERG

ICEMENERG is your credible partner in:

* *energy policies and forecasts*
* *energy-related environmental issues*
* *clean energy technologies*
* *quality engineering and surveillance*
* *complete knowledge of RENEL endowment and needs*
* *a large spectrum of engineering and consulting services, audits, inspections and studies*
* *a wide range of specific equipment and components for power applications*

The works carried out in Romania and abroad consolidated the prestige of ICEMENERG.

RENEL

* *refitting works with own expertise and technologies*
* *maintenance technologies and materials*
* *a wide range of tests and measurements*
* *commissioning of power plants and substations*

OTHER DOMESTIC CLIENTS

* *capitalisation of renewables*
* *DSM projects*

FOREIGN CLIENTS

* *consultancy and engineering;*
* *hydrometry systems*
* *warranty and commissionig tests*
* *operation tests and measurements (thermovision)*
* *generator excitation systems - manufacturing and expertise*
* *turbine control systems*
* *noise dampers*

E 2039 /A

2

ENERGETICA

SERIA B

ICEMENERG

MARTIE - APRILIE 1995

INSTITUTUL DE STUDII ŞI PROIECTĂRI ENERGETICE

INSTITUTE OF POWER STUDIES AND DESIGN

Studies
Design
Consulting
Engineering
Technical assistance
Commissioning
Computer services

Turn Key Project

Thermal and nuclear power plants
Electric transmission lines
Transformer substations
Town heating networks
High pressure and temperature piping

GENERAL CONTRACTOR

ISPE

REFERINŢE

ROMÂNIA – proiectare pentru sistemul energetic naţional şi alte industrii:
CET, CTE, CNE, staţii şi linii electrice

EXPORT – engineering şi proiectare:
Algeria, Peru, Germania, Cehia
CTE Singareni – India
CTE El-Mex Alexandria – Egipt
CTE Hamrawein – Egipt
CET Banias – Siria
CTE Cebu – Filipine
CET Anatolia – Turcia
CET Pucheng – China
CT: Berlin, Dresda, Leipzig, Neubrandemburg, Halle, Rostock, Schwerin – Germania

Linii electrice aeriene cu circuit simplu şi dublu:
Iran, Irak, Egipt, Liban, Iordania, Pakistan, Malaezia, Cipru

SERVICIILE OFERITE DE I.S.P.E.

Estimări privind opţiunile energetice
Studii de fezabilitate
Studii de fundamentare şi amplasament
Evaluări economice
Studii privind amplasarea centralelor şi staţiilor electrice
Analiza privind factorii de risc şi studii de optimizare a proiectelor

Proiecte de detaliu pentru lucrări electrice, mecanice şi de construcţii
Contracte şi specificaţii
Caiete de sarcini
Analize tehnice şi compararea propunerilor şi ofertelor
Tratative pentru încheierea de contracte
Avizări proiecte
Grafice de realizare a proiectelor
Inspectarea, testatea şi controlul calităţii centralelor şi staţiilor electrice

Metodologii pentru asigurarea calităţii
Inspectarea echipamentelor
Testarea în fabrica furnizoare
Supravegherea lucrărilor de construcţii şi montaj
Asigurarea documentaţiilor finale şi a instrucţiunilor de exploatare

Programe de probe şi teste
Punere în funcţiune şi remedieri
Şcolarizarea personalului de exploatare şi întreţinere
Urmărirea funcţionării iniţiale şi în exploatare a instalaţiei proiectate

With 45 years of experience
Your success is in our Power!

INSTITUTUL DE STUDII ŞI PROIECTĂRI ENERGETICE

ISPE

Bd. Lacul Tei nr. 1
P.O. Box 30-33
Tx. 10978 ISPE r

BUCUREŞTI 72301
Tel.: (40.1) 610.70.80
Fax :(40.1) 312.36.20

Măgurele P.O. Box 5204 Fax: (401) 3123930

ORSZÁGOS KÖZPONT 1883 MŰSZAKI ES KÖNYVTÁR INFORMÁCIÓS

ENERGETICA

REVISTA DE SPECIALITATE
A ENERGETICIENILOR
DIN ROMÂNIA

ANUL 43 | Nr. 2, SERIA B | MARTIE - ARILIE 1995

ISSN 1220 - 5141

Număr special "Automatizări şi protecţii speciale în reţelele electrice"

Revista ENERGETICA a fost înfiinţată în anul 1953, continuînd tradiţia vechilor publicaţii inginereşti care au avut preocupări în domeniul energiei ca, de exemplu:
- **Diaru pentru vulgarizarea ştiinţeloru naturale şi fizice (1870 - 1882);**
- **Buletinul Societăţii Politehnice (1887 - 1944);**
- **Buletinul Asociaţiei Generale a Inginerilor din România - AGIR (1919-1946);**
- **ENERGIA, editată de ing. Dumitru Leonida (1921);**
- **Buletinul Asociaţiei Producătorilor şi Distribuitorilor de Energie Electrică - APDE (1932 - 1944);**
- **Buletinul Institutului Român de Energie - IRE (1933 - 1944)**

Opiniile exprimate în articolele publicate în revista ENERGETICA aparţin autorilor acestora.

Orice reproducere integrală sau parţială, prin indiferent ce procedeu, a materialelor apărute în revista ENERGETICA poate fi făcută numai cu aprobarea biroului de redacţie. Sînt autorizate numai citările destinate lucrărilor ştiinţifice şi volumelor în care acestea sînt inserate .

Revista apare alternativ în două serii :
- **seria A, care tratează probleme de surse de energie, conversie de energie, poluare a mediului înconjurător, utilizare a căldurii etc.;**
- **seria B, care tratează probleme electrice, inclusiv ale centralelor electrice, staţiilor electrice, ale liniilor de transport şi distribuţie a energiei electrice , sisteme electroenergetice etc.**

Fiecare serie are 6 numere pe an .

CUPRINS

MARIUS POMÂRLEANU: **Masă rotundă "Automatizări şi protecţii speciale în reţelele electrice"** 51

MIRANDA RADU, ANTON UNGUREANU: **Instalaţiile de protecţie prin relee şi automatizări energetice din SEN în perspectiva interconexiunii cu UCPTE** 52 - 58

DORU PĂUNESCU, FELICIA LAZĂR: **Asupra unei noi organizări a automatizării DASf în SEN** 59 - 63

MARIN SĂRĂCIN, ION POTÎRNICHE: **Identificarea optimală a funcţiilor de transfer şi modelarea regimurilor dinamice ale buclelor de reglare din cadrul echipamentului de acţionare** 64 - 68

EUGENIU POTOLEA, VASILE BOSTAN: **Rezolvarea algoritmică a problemei controlului optim tensiune-putere reactivă** 69 - 76

IULIU HEINRICH, VASILE DUŞA: **Schemă echivalentă şi modelul matematic pentru autotransformatoare prevăzute cu înfăşurări terţiare şi unitate de reglaj sub sarcină** 77 - 83

SORIN PĂTRĂŞCOIU, SORIN HURDUBEŢIU:**Sisteme expert pentru preselectarea contingenţelor periculoase** 84 - 90

NOUTĂŢI ÎN ENERGETICĂ

PETRU COLUMBEANU, VALENTIN COMĂNESCU: **Sisteme de protecţie numerică pentru generatoare şi blocuri generator-transformator** 91 - 97

DE PERSONIS 98

Our review publishes ADVERTISMENTS for your PRODUCTS, TECHNOLOGIES, SERVICES, etc.

Please, contact us at the address:
Revista ENERGETICA
ICEMENERG, B-dul Energeticienilor nr.8,
Bucureşti III, RO 79619
Phone : (401)322 06 92 ; (401)321 69 66/251
Fax: (401)321 10 10
Telex: 10783

COLEGIUL DE REDACŢIE

BIROUL: dr . ing. Eugeniu PAVEL - preşedinte, redactor-şef; dr. ing. Jean CONSTANTINESCU - redactor-şef adjunct; prof. dr. ing. Dumitru Cezar IONESCU - redactor-şef adjunct; ing. Vasile RUGINĂ - secretar de redacţie; ing. Radu OPINCARU - reprezentant RENEL; ing. Ion CONECINI; ing. VLADIMIR CONSTANTINESCU; prof. dr. ing. Virgil MUŞATESCU ; ing. Nicolae NICULESCU; ing. Mihai NICOLAU - reprezentant ICEMENERG; dr. ing. Ioan GANEA

MEMBRI: conf. dr. ing. Florin ALEXE; prof. dr. ing. Victor ATHANASOVICI; conf. dr. ing. Adrian BADEA ; prof. dr. ing. Cornel BIANCHI; ing. Paul CARTIANU; ing. Mircea CÂRDU; ing. Marin CIOCĂNESCU; prof. dr. ing. Dorin CRISTESCU; dr. ing. Mihai CONSTANTINESCU; prof. dr. ing. Nicolae DĂNILĂ; ing. Alexandru FLORESCU; dr. ing.Laurenţiu GOIA; dr. ing.Dan GOLICIU ; prof dr. ing. Nicolae GOLOVANOV ; ing. Viorel GRIGORIU; prof. dr. ing. Dumitru IVAS; prof. dr. ing Aureliu LECA; dr. ing. Gheorghe LUCA; dr. ing. Magdalena MATEI; ing. Cornel MOŢIU; prof. dr. ing. Costin MOŢOIU ; prof. dr. ing. Constantin NEAGA; prof. dr. ing. Viorel NEGRU ; ing. Gheorghe NEGUŢ; conf. dr. ing. Valeriu NISTREANU; ing. Cornel PÂSLARU; prof. dr. ing. Alexandru POEATĂ; dr. ing. Marius POMÂRLEANU; prof. dr. ing. Florin POP; dr. ing. Teodor POPA; dr. ing. Anca POPESCU; ing. Constantin POPESCU; ing. Miron POPESCU; ing. Costin POPESCU; conf. dr. ing. Petre POSTOLACHE; dr. ing. Dan Ion PREDOIU; ing. Dan RACOVIŢAN; ing. Gabriel ROMAŞCU; ing. Anton ROŞU ; ing. Margarios SALGIAN ; ing. Mihai SĂNDULEAC; ing. Emilian SIMIAN; ing. Cristian TOTOLO; ing. Anton VLĂDESCU ; ing. Dinu VOINEA

Redactor : Ana Maria CHIVU

Redacţia şi administraţia: ICEMENERG, B-dul Energeticienilor nr.8, sector 3, CP 79619, Bucureşti
Telefon: (401)322 06 92; (401)321 69 66/251; Telex : 10783; Fax: (401)321 10 10

Tiparul executat la ICEMENERG

Masă rotundă
"Automatizări şi protecţii speciale în reţelele electrice"

În ziua de 10 februarie 1995 a avut loc la sediul ICEMENERG din Bucureşti o masă rotundă în cadrul căreia s-au discutat problemele actuale şi de perspectivă ale instalaţiilor de protecţii şi automatizări din Sistemul Energetic Naţional.

Pentru prezentare şi discuţii a fost avansat un număr de 12 lucrări din domeniu.

Specialiştii participanţi au discutat, în principal, sistemele de protecţie numerice pentru linii şi bare din reţelele electrice de înaltă tensiune, precum şi pentru generatoare şi blocurile generator-transformator.

S-a analizat nivelul actual al instalaţiilor de protecţie existente în SEN în contextul unei viitoare interconectări la reţeaua UCPTE, având în vedere normele şi recomandările acestei organizaţii internaţionale. A fost mult discutată problema introducerii funcţiilor complexe la care trebuie să răspundă protecţiile, precum şi nivelul de control şi autotestare ce trebuie avut în vedere.

În legătură cu sistemele de protecţie pentru generatoare şi blocuri s-au analizat protecţiile adoptate pentru blocurile ce se retehnologizează de la CTE Turceni (protecţia numerică REG-216, fabricaţie ABB), insistându-se asupra soft-ului de acţionare şi a sistemelor de rezervare. S-a propus, de asemenea, să fie analizate şi variante moderne ale acestei protecţii, ca de exemplu REG 316.

În cadrul mesei rotunde au fost propuse o serie de lucrări de automatizare privind organizarea într-o nouă concepţie a DASf în România sau căi şi procese de identificare a funcţiilor de transfer şi de modelare a buclelor de reglare din cadrul echipamentelor de acţionare.

S-au luat în discuţie şi unele aspecte ale rezolvării algoritmice a controlului optim *U - Q*, participanţii semnalând necesitatea asigurării unui control eficient al procesului pentru evitarea unor oscilaţii în procesul iterativ de optimizare.

Specialiştii prezenţi au analizat şi stadiul implementării diferitelor tipuri de protecţii moderne la noi, accentuând faptul că nu trebuie să se adopte o multitudine de tipuri de la diferiţi fabricanţi, deoarece s-ar complica în mod evident condiţiile de exploatare şi întreţinere.

Masa rotundă s-a constituit într-un prilej necesar şi util pentru un schimb de informaţii la zi între specialiştii acestui important domeniu al sistemelor electroenergetice. În final s-a subliniat necesitatea organizării în mod periodic şi sistematic a unor astfel de întâlniri, obiectivul fiind eficientizarea sistemelor de protecţii şi automatizări în SEN.

Din lipsă de spaţiu grafic nu au putut fi publicate în revistă următoarele lucrări prezentate la masa rotundă:

1. **Integrarea programelor algoritmice cu cele bazate pe procesarea cunoştinţelor pentru rezolvarea problemei controlului tensiune-putere reactivă,** autori: ş.l. ing. Vasile Bostan, prof. dr. ing. Mircea Eremia
2. **Dispozitiv pentru înregistrarea numărului de declanşări ale întrerupătoarelor, selectiv pe domenii de curenţi,** autor : dr. ing. Dumitru Toader
3. **Sisteme numerice de protecţie pentru linii şi bare de FIT, utilizate în SEN,** autori: ing. Rodica Grigoriu, ing. Mircea Petran, ing. Sorin Toma, ing. Mihai Bădescu, ing. Valentin Comănescu, ing. Romeo Florea
4. **Echipamente numerice de protecţie pentru liniile de înaltă şi foarte înaltă tensiune,** autori: ing. Anton Ungureanu, ing. Oniţa Calotă, ing. Petre Bogdan
5. **Optimizarea sistemelor de comutare în echipamentele electronice de putere,** autori: conf. dr. ing. Marin Sărăcin, ing. Ion Potîrniche.

Dr. ing. MARIUS POMÂRLEANU

INSTALAŢIILE DE PROTECŢIE PRIN RELEE ŞI AUTOMATIZĂRI ENERGETICE DIN SEN ÎN PERSPECTIVA INTERCONEXIUNII CU UCPTE

ing. MIRANDA RADU*
ing. ANTON UNGUREANU**

În anul 1951 a fost creată UCPTE (Uniunea pentru Coordonarea Producţiei şi Transportului de Energie Electrică), care cuprinde reprezentanţii întreprinderilor de producere şi transport de energie electrică din 12 ţări din vestul şi sud-estul Europei (Belgia, Germania, Spania, Franţa, Italia, Luxemburg, Portugalia, Elveţia, Austria, Olanda, Grecia şi Yugoslavia).

În viitor, RENEL intenţionează să adere la această uniune şi în acest scop atât nivelul tehnic al instalaţiilor, cât şi calitatea exploatării trebuie să răspundă exigenţelor care rezultă din această asociere.

În cadrul articolului sunt prezentate instalaţiile de protecţie prin relee şi automatizări energetice din SEN în perspectiva interconexiunii cu UCPTE.

UCPTE was created in 1951 and it includes the representatives of the electric energy generation and transport companies of 12 West and South-East European countries (Belgium, Germany, Spain, France, Italy, Luxemburg, Portugal, Switzerland, Austria, Holland, Greece, Yugoslavia).

For the future, RENEL (Romanian Electricity Authority) plans to adhere to UCPTE and therefore the technical level of the facilities as well as the operational quality have to meet the exigences resulting from this association. The article presents the relays protection facilities and automations of the National Power System in view of UCPTE interconnection.

Descriptori : protecţie prin relee, automatizări UCPTE, sisteme energetice

Introducere

Într-o ţară în care industria reprezintă un consumator important, alimentarea cu energie electrică este vitală. Daunele provocate de avariile importante şi de lungă durată sunt de asemenea amploare, încât sunt necesare măsuri care să asigure o alimentare cu energie electrică cât se poate de fiabilă.

În acest context a apărut ideea care s-a materializat prin crearea, în 1951, a UCPTE (Uniunea pentru Coordonarea Producţiei şi Transportului de Energie Electrică), care cuprinde reprezentanţii întreprinderilor de producere şi transport de energie electrică din 12 ţări din vestul şi sud-estul Europei (Belgia, Germania, Spania, Franţa, Italia, Luxemburg, Portugalia, Elveţia, Austria, Olanda, Grecia şi Yugoslavia).

Partenerii care cooperează în cadrul interconexiunii asigură punerea în comun a unor rezerve suficiente de producţie pentru a compensa în câteva secunde un deficit de putere care ar surveni într-o parte a reţelei UCPTE, ca urmare a avariei unor unităţi mari în centrale, a unor bare importante în staţii de transformare sau a unor linii importante. Astfel, interconectarea creează condiţii necesare utilizării economice a centralelor de tipuri şi dimensiuni diferite.

Scopul pe care această uniune şi l-a propus, încă de la crearea sa, a fost utilizarea cea mai bună a resurselor de energie primară şi a mijloacelor de producţie şi transport al energiei electrice. Acest obiectiv a fost atins printr-o strânsă colaborare între membrii uniunii. Înţelegerea reciprocă a

* Institutul de Studii şi Proiectări Energetice - ISPE, Bucureşti
** Institutul de Cercetări şi Modernizări Energetice - ICEMENERG, Bucureşti

permis întreprinderilor de electricitate să realizeze funcţionarea interconectată a sistemelor energetice, care a atins astăzi un înalt nivel de dezvoltare.

Funcţionarea interconectată în cadrul UCPTE se bazează pe colaborarea liberă a partenerilor interconectaţi, fără limitarea libertăţilor şi a responsabilităţilor privind alimentarea consumatorilor.

Problemele tehnice şi de exploatare interesând ansamblul interconexiunii coordonate prin reguli, directive şi recomandări ţinute la zi, constituie cadrul cooperării internaţionale şi se referă la:

- reglajul frecvenţă - putere;
- programele şi decontarea schimburilor;
- rezerva de producţie;
- protecţia pe linii de interconexiune;
- măsurile necesare în cadrul avariilor grave;
- schimbul de date (în timp real şi pentru calcule off-line).

Din punctul de vedere al siguranţei în alimentare, comanda operativă a reţelei interconectate urmăreşte o strategie pe trei niveluri:

• nivelul 1 - evitarea perturbaţiilor prin:

- realizarea unei reţele care respectă principiul *n*-1;
- pregătirea atentă a regimului din fiecare zi prin studii previzionale;
- existenţa unor informaţii corespunzătoare pentru detectarea unei situaţii periculoase;

• nivelul 2 - limitarea perturbaţiilor prin acţionarea protecţiei prin relee, a automaticii de sistem şi intervenţia rapidă a personalului;

• nivelul 3 - reconstituirea rapidă a interconexiunii în cazuri rare de rupere a unor părţi din reţeaua interconectată, pe baza unor strategii cunoscute.

Ansamblul protecţiei prin relee şi al automatizărilor, în modul cum este organizat şi exploatat trebuie subordonat strategiilor menţionate.

1. Nivelul conceptual al instalaţiilor de protecţie

Instalaţiile de protecţie contra scurtcircuitelor pentru toate elementele instalaţiei trebuie să elimine rapid şi selectiv defectele apărute, indiferent de natura acestora.

Este foarte important să se asigure o coordonare eficace a reglajelor tuturor instalaţiilor de protecţie.

În funcţie de importanţa elementului protejat, fiabilitatea instalaţiei de protecţie este asigurată după criteriul 1 din 2, 2 din 2 sau 2 din 3.

Prin natura funcţiilor lor, diferitele sisteme redundante de protecţie sunt, în majoritatea cazurilor, independente unele de altele. Din acest punct de vedere se face o distincţie netă între noţiunile de "siguranţă a declanşării" şi "securitate a declanşării", în funcţie de importanţa şi consecinţele producerii declanşării.

Pornind de la observaţia, de altfel adoptată şi în instalaţiile noastre, potrivit căreia pot apărea defectări ale protecţiilor principale, se recomandă să se ia măsuri pentru evitarea apariţiei unor consecinţe cu urmări grave în această situaţie.

Se consideră, deci, necesar, ca protecţiile să fie astfel realizate, încât un tip de defect să nu fie detectat numai de un singur echipament de protecţie, ci, în egală măsură, de mai multe echipamente, urmând principiul rezervării protecţiilor principale.

La alegerea acestor protecţii trebuie să se aibă în vedere şi faptul că o protecţie suplimentară comportă şi riscuri suplimentare (de exemplu declanşările intempestive).

Un alt aspect al rezervării, în afara protecţiei propriu-zise, îl reprezintă sursa de energie pentru acţionarea întrerupătorului.

Pentru creşterea fiabilităţii, în unele situaţii, sunt prevăzute două baterii de acumulatoare care alimentează, pe două căi independente, toate echipamentele. Majoritatea partenerilor susţin că o singură baterie centrală este suficient de sigură; unii parteneri practică soluţia în care o parte din protecţiile de rezervă, stabilite în acest scop, au încorporate baterii individuale. Pentru acţionarea întrerupătorului, drept sursă de rezervă, se utilizează uneori o baterie de condensatoare care poate asigura energia electrică pentru o declanşare.

1.1. Nivelul conceptual specific centralelor electrice

Din analiza recomandărilor UCPTE rezultă aspecte cu caracter general referitor la protecţiile grupului sau ale blocului. Nu se urmăreşte o unificare a concepţiilor privind instalaţiile de

protecţie sau utilizarea uniformă a anumitor tipuri de echipamente.

Se constată că prescripţiile RENEL (în principal PE 501) sunt, în general, la nivelul recomandărilor UCPTE.

Datorită importanţei unui generator în ansamblul sistemului trebuie să se aibă în vedere declanşarea sigură pentru eliminarea şi izolarea defectului, deci o siguranţă a declanşării. În acelaşi timp, însă, pentru un asemenea obiectiv nu trebuie neglijat nici aspectul securităţii declanşării.

Există recomandarea ca grupurile să se separe de sistem şi să se treacă într-un regim de aşteptare caldă, dacă frecvenţa ajunge la 47,6 Hz. Pentru o salvare sigură, serviciile interne sunt trecute pe o sursă de rezervă dacă frecvenţa a atins palierul 48,4 Hz, frecvenţă considerată limita la care serviciile proprii trebuie să funcţioneze corect.

Se recomandă, de asemenea, separarea grupurilor, dacă apare regimul de mers asincron.

1.1.1. Protecţia de bază şi de rezervă

Conceptul de bază care trebuie respectat în cazul protecţiilor principale, ale generatorului sau alc blocului generator -transformator, se referă la intervenţia rapidă, potrivit cerinţelor, într-un mod selectiv şi sigur, pentru toate defectele care apar.

Aşa cum s-a mai arătat, trebuie să se înţeleagă că pentru aceste protecţii se aplică integral principiul răspunderii proprii. Potrivit acestui principiu, alegerea protecţiilor principale (de bază) va trebui să se sprijine pe experienţa proprie de proiectare, dar mai ales pe cea de exploatare.

Protecţiilor principale ale generatorului (blocului generator - transformator) le revin sarcinile de detectare şi izolare a defectelor, respectiv deconectarea generatorului sau a blocului generator-transformator, dacă aceasta se impune.

Dacă pentru o protecţie principală condiţia de bază este rapiditatea şi selectivitatea, pentru protecţia de rezervă trebuie să se pună problema în ce măsură această protecţie asigură şi ea rapiditatea şi selectivitatea. Evident, că în ansamblul protec-ţiei generatorului sau al blocului generator-trans-formator, iniţiativa trebuie lăsată protecţiei principale.

În contextul celor menţionate, protecţia de rezervă creşte securitatea împotriva defectărilor principale şi simultan este posibil ca ea să crească riscul unor declanşări intempestive.

O combinaţie sigură şi posibilă, dar rareori adoptată, ca de exemplu "două din trei", poate asigura în acelaşi timp o creştere a securităţii contra defectelor protecţiilor de bază şi contra declanşărilor intempestive. Şi în acest caz se pune accent pe conceptele enumerate, respectiv "siguranţă a declanşării" şi "securitate a declanşării".

Vom prezenta câteva practici ale unora din partenerii UCPTE şi, după cum se va vedea, o parte din acestea sunt folosite în centralele din ţara noastră chiar de foarte multă vreme:

- timpii de declanşare mari, care se întâlnesc în cazul protecţiilor de rezervă în reţele, pot, de exemplu în cazul injecţiilor intermediare importante sau când rezistenţa de punere la pământ este ridicată, să ducă la dezorganizarea totală a reţelei. În scopul facilitării refacerii reţelei, multe ţări procedează la decuplarea generatoarelor de la reţea după 3 secunde;
- protecţie împotriva mersului asincron (Franţa), care produce declanşarea după un număr de oscilaţii electrice;
- la un defect trifazat, care provoacă o avarie bruscă a puterii active la bornele generatorului pe o durată mai mare de 150 ms, se comandă separarea grupului de la reţea. Prin această protecţie se evită distrugerea arborelui grupului turbogeneratoarelor de către cuplurile mecanice importante care apar la revenirea tensiunii în momentul sincronizării forţate;
- protecţie împotriva absorbţiei de energie (putere inversă);
- depăşirea unghiului intern peste o anumită valoare. Valorile indicate variază între 70^0 şi 90^0.

1.1.2. Protecţii împotriva pierderii stabilităţii

Scurtcircuitele care apar în apropierea centralelor pot provoca ieşirea din sincronism a generatoarelor.

În cazul scurtcircuitelor de lungă durată şi unde condiţiile sunt în mod special defavorabile, poate să rezulte o ieşire din sincronism a blocurilor şi pierderea stabilităţii în reţea (repercusiunile unui incident solicită stabilitatea dinamică a grupului). Pentru a se limita consecinţele acestor pierderi de stabilitate şi ale pierderilor de energie, este necesară montarea unor protecţii speciale.

Măsurile speciale menţionate se iau atât în staţiile şi reţelele apropiate centralei, cât şi în centrală. Metoda cea mai simplă şi la îndemână o

constituie protecţiile principale existente, care trebuie să elimine rapid şi complet defectele din apropierea centralei (timpi sub 0,1 s).

Una din măsurile ce se iau în centrale este protecţia împotriva mersului asincron, care produce declanşarea generatorului dacă se depăşeşte un număr prestabilit de oscilaţii.

În afară de acestea, în situaţiile în care sunt indici că sistemul se îndreaptă spre pierderea stabilităţii, dacă sunt centrale hidro care funcţionează în regim de rezervă, acestea vor fi pornite. Pornirea va începe când frecvenţa începe să scadă cu 0,1 - 0,2 Hz şi va fi realizată de o instalaţie automată.

1.1.3. Măsuri împotriva avariilor importante

Conceptul de bază îl reprezintă menţinerea în funcţionare a centralelor electrice prin toate mijloacele posibile.

Oprirea unui grup trebuie să aibă loc numai dacă funcţionarea lui nu este realizată în deplină siguranţă, situaţie în care trebuie luate măsuri ca oprirea să se efectueze după scenariul normal de oprire, astfel încât să nu fie periclitată o repornire rapidă a grupului.

Situaţia limită la care se poate ajunge când apar avarii importante, încă în condiţii de siguranţă în funcţionare, este aceea de a separa centrala pe o zonă de reţea stabilă sau izolarea grupurilor pe un consum redus materializat prin serviciile proprii.

În aceste condiţii, protecţiile din centrală, instalaţiile de automatizări, precum şi dispozitivele de reglaj trebuie să asigure în continuare o funcţionare stabilă.

Criteriile care stau la baza izolării grupurilor sunt cele referitoare la frecvenţă şi/sau tensiune.

În cazul scăderii frecvenţei, dacă debuclările în reţea în punctele prestabilite nu duc la restabilirea funcţionării în sistem, se trece la izolările menţionate. Frecvenţa limită la care acţionează instalaţiile de izolare este de 47,6 Hz.

Se procedează în acelaşi mod dacă apar căderi de tensiune sub valoarea de 10 %, valoare considerată limita până la care centrala trebuie să funcţioneze în parametri normali.

Un criteriu care poate fi luat în considerare şi care indică faptul că un regim critic este pe cale de a se declanşa, este cererea mare de putere reactivă, concomitent cu o scădere a tensiunii şi o creştere a pierderilor active în reţea. Acest criteriu este menţionat în recomandările UCPTE fără, însă, să facă obiectul unor recomandări de schimbare a configuraţiei sistemului.

1.2. Nivelul conceptual specific staţiilor electrice

Se constată că normele interne RENEL se apropie substanţial de nivelul tehnic al principiilor şi recomandărilor din materialele UCPTE, cu unele excepţii nesemnificative (protecţia liniilor de interconexiune internaţională).

Din analiza comparativă a recomandărilor UCPTE şi a normelor RENEL, au rezultat principalele diferenţe privind concepţia protecţici prin relee a elementelor staţiilor electrice, în cazul unei viitoare interconexiuni. În acest sens, pentru SEN apare:

- necesitatea ca ambele protecţii de distanţă de pe liniile de 400 kV să fie sensibile la toate tipurile de defecte (în PE 501/85, normativ de protecţii şi automatizări încă în vigoare, se admite ca una dintre protecţii să fie sensibilă numai la defecte cu pământ);
- necesitatea prevederii unor căi de transmisie, proprii pentru fiecare dintre cele două protecţii de distanţă de pe liniile de 400 kV (în PE 501/85 se prevede o singură cale de transmisie şi numai pentru anumite situaţii speciale de siguranţă);
- aplicarea unor principii comune de realizare a protecţiilor pe liniile de 400 kV şi 220 kV (în PE 501/85 protecţia liniilor de 220 kV este aproape similară cu cea a liniilor de 110 kV);
- necesitatea realizării unei rezervări locale a protecţiei de bază a liniilor de 110 kV, împotriva tuturor tipurilor de defecte (nu numai împotriva defectelor cu pământ);
- necesitatea prevederii de locatoare de defecte pe liniile de 110 - 400 kV;
- generalizarea prevederii de protecţii de bare pentru toate staţiile de interconexiune internaţională şi acordarea unei atenţii deosebite asigurării securităţii instalaţiei de protecţie de bare;
- necesitatea modificării modului de acţionare şi a criteriului principal de sesizare a refuzului de întrerupător, în vederea asigurării unui timp total de eliminare prin DRRI de circa 200 ms şi a unei securităţi ridicate a instalaţiei.

În continuare sunt prezentate soluţiile principale rezultate din recomandările UCPTE pentru protecţia prin relee a principalelor elemente din SEN ce vor participa la interconexiune sau se află în apropierea acestora. Se propune ca aceste principii să fie luate în considerare la revizuirea normativului RENEL PE 501/85.

1.2.1. Protecţia liniilor din reţelele cu neutrul legat direct la pământ

Pentru liniile de interconexiune internaţională de 400 kV şi 220 kV protecţia de bază a liniei va consta din două protecţii de distanţă, sensibile la toate tipurile de scurtcircuite şi care pot fi de tipuri principiale sau constructive diferite şi/sau produse de firme diferite.

Se acceptă ca una din protecţiile de distanţă să fie înlocuită cu o protecţie comparativă direcţională sau comparativă de fază.

În această soluţie se pot alege acele tipuri de echipamente la care anumite funcţiuni de protecţie de rezervă (de exemplu, impedanţa minimă sau maximală de curent) rămân în funcţiune după pierderea legăturii de transmisie.

Pentru asigurarea condiţiilor de stabilitate tranzitorie a sistemelor interconectate este necesară eliminarea simultană, instantanee, la ambele capete ale liniei, a defectelor pe toată lungimea liniei.

În consecinţă, fiecărcia dintre protecţiile de bază sus-menţionate i se va asocia câte o legătură de transmisiuni (de exemplu, înaltă frecvenţă sau microunde).

Pentru protecţiile de distanţă se va realiza astfel prelungirea treptei rapide pentru a acţiona pe toată lungimea liniei sau teledeclanşarea cu autorizare locală.

În cazul în care se utilizează transmisii prin înaltă frecvenţă pentru creşterea fiabilităţii instalaţiei, sistemul de cuplaj la linie se va realiza de tip bifazic, utilizând pentru fiecare dintre cele două instalaţii de înaltă frecvenţă, pe cât posibil, faze diferite ale liniilor (de exemplu R-T; S - T).

Protecţia de rezervă sus-menţionată va consta dintr-o protecţie maximală de curent de secvenţă homopolară cu blocaj direcţional, cu una sau două trepte de curent şi de timp.

Pentru liniie de interconexiune internaţională de 110 kV protecţia de bază va fi o protecţie de distanţă performantă, sensibilă la toate tipurile de defecte, cu prelungirea treptei rapide pe toată lungimea liniei, realizată printr-o legătură de transmisiuni (de exemplu: înaltă frecvenţă, microunde etc.).

Protecţia de rezervă locală va fi o protecţie maximală de curent, instantanee, temporizată şi homopolară, cu caracteristica de timp invers, dependentă sensibilă la toate tipurile de defecte; protecţia va utiliza principiul comparării direcţiei curentului la cele două capete ale liniei, utilizând, de exemplu, un canal al echipamentului de înaltă frecvenţă prevăzut pentru protecţia de distanţă.

Toate liniile de interconexiune internaţională 110 - 400 kV vor fi prevăzute cu locatoare de defecte şi osciloperturbografe.

Se propune ca pentru liniile de interconexiune internă de 220, 400 kV să se realizeze etapizat aceleaşi principii de protecţie ca cele prevăzute pentru liniile de interconexiune internaţională.

1.2.2. Protecţia barelor colectoare şi a cuplelor de bare

Barele colectoare ale staţiilor la care sunt conectate linii de interconexiune internaţională vor fi prevăzute cu protecţii proprii.

Acestea vor acţiona fără temporizare la declanşarea cuplei transversale şi a tuturor elementelor racordate la bara cu defect.

Timpul de declanşare este de circa 30 ms.

Sistemul de protecţie de bare este bazat pe o protecţie direcţională sau diferenţială sau pe o combinaţie a acestora.

Având în vedere că în cazul protecţiei de bare, o acţionare intempestivă antrenează deconectarea unui număr important de elemente, putând să conducă la pierderi în alimentarea unui număr mare de consumatori, la realizarea schemei de protecţie de bare, precum şi la alegerea echipamentelor de protecţie se va pune un accent deosebit pe securitatea instalaţiei.

1.2.3. Declanşarea de rezervă la refuz de întrerupător (DRRI)

Toate întrerupătoarele liniilor de interconexiune internaţională 110 - 400 kV vor fi echipate cu dispozitive DRRI, performante, cu timp total de eliminare a defectelor de circa 200 ms.

Dispozitivul DRRI va fi pornit de la protecţiile proprii (bază şi rezervă) ale fiecărui element.

Criteriul principal de sesizare a refuzului de declanşare al întrerupătorului (şi anume prezenţa curentului prin întrerupător) este diferit de cel utilizat în prezent în SEN (şi anume revenirea protecţiilor proprii ale elementului protejat, pentru anumite elemente şi poziţia bloc-contactului întrerupătorului).

Dispozitivul DRRI va repeta comanda de declanşare la întrerupătorul care a refuzat să acţioneze, apoi va comanda, temporizat, declanşarea cuplei transversale şi a tuturor elementelor racordate la acelaşi sistem de bare cu întrerupătorul care a refuzat să acţioneze.

Având în vedere faptul că în cazul intervenţiei dispozitivelor DRRI acţionarea intempestivă antrenează deconectarea unui număr important de elemente ale staţiei, la realizarea instalaţiei şi la alegerea echipamentelor se va pune un accent deosebit pe securitatea acestora.

1.2.4. Reanclanşarea automată rapidă (RAR)

Se vor prevedea dispozitivele de reanclanşare automată (RAR), cu un singur ciclu, pe toate liniile de interconexiune internaţională.

Pe liniile de interconexiune internaţională de 400 kV şi 220 kV se va prevedea atât regimul de RAR monofazat (RARM), cât şi regimurile RAR mono şi trifazat (RARMT).

Pe liniile de interconexiune internaţionale de 110 kV se vor prevedea regimurile de RAR trifazat (RART) şi de RAR mono trifazat (RARMT).

La liniile de interconexiune internaţională prevăzute cu RARM, în cazul defectării sau scoaterii din funcţiune a echipamentului de transmisie se va prevedea prelungirea treptei rapide înainte de RAR la defecte monofazate.

Reanclanşarea trifazată se va realiza cu controlul sincronismului sau al lipsei de tensiune.

Regimurile de RAR, regimurile de prelungiri ale treptelor rapide ale protecţiilor de distanţă în cazul indisponibilităţii echipamentelor de transmisie, trebuie convenite între partenerii de interconexiune.

2. Nivelul tehnic actual al echipamentelor şi situaţia de perspectivă

În studiul întocmit de ICEMENERG şi ISPE [1], s-au analizat critic soluţiile şi echipamentele de protecţie şi automatizări din staţiile şi centralele SEN ce vor fi implicate în viitor în interconexiunea UCPTE (inclusiv în regimul frecvenţă-putere), şi anume: staţia 400 kV Ţânţăreni, staţia 400/200/110 kV Urecheşti, staţia 400 kV Porţile de Fier I, staţia 400 kV Roşiori (Seini), staţia 400/200 kV Sibiu, staţia 400 kV Cluj Gadalin, staţia 220 kV Baia Mare, staţia 220 kV Mintia, staţia 110 kV Porţile de Fier II, CET Işalniţa, CTE Rovinari, CTE Turceni, CHE Lotru, CHE Porţile de Fier I, Porţile de Fier II, CHE Râul Mare Retezat.

Analiza critică a soluţiilor, a echipamentelor de protecţie şi automatica din staţiile şi centralele sus-menţionate a evidenţiat nivelul, în general corespunzător, al concepţiilor tehnice, unele carenţe ale acestora şi mai ales, starea avansată de uzură fizică şi morală a echipamentelor de protecţie (nivelul tehnic al acestora nu a depăşit, practic, nivelul existent în Europa anului 1970, iar majoritatea echipamentelor montate în urmă cu 15 - 30 ani au atins sau chiar depăşit limita lor normală de viaţă fizică).

Pe baza analizei efectuate a rezultat necesitatea şi urgenţa modernizării instalaţiilor existente în toate staţiile şi centralele implicate, condiţie obligatorie pentru a putea participa, în viitor, la interconexiunea UCPTE.

Totodată, s-au analizat tendinţele şi echipamentele moderne utilizate în diferite ţări, pentru realizarea instalaţiilor de protecţie şi automatică. În urma acestei analize s-au evidenţiat atât performanţele tehnice de înalt nivel ale echipamentelor produse de firme ca Siemens, ABB, GEC Alsthom, cât şi tendinţa, concretizată prin instalarea în ţările membre ale UCPTE a câtorva mii de sisteme, de utilizare a tehnologiei numerice prezentând o serie de avantaje tehnico-economice.

Astfel, firmele sus-menţionate oferă şi echipamente care permit implementarea pentru retehnologizarea instalaţiilor de protecţie şi comandă-control a staţiilor şi centralelor de interconexiune cu UCPTE, a unui sistem integrat, modular, ierarhizat, deschis spre nivelurile superioare, permiţând o exploatare eficientă bazată pe calculator şi asistată de acestea .

Sistemele moderne de conducere tehnică centralizată, folosind calculatoare de tip standard (PC) prezintă, în comparaţie cu modelul "clasic", o serie de avantaje tehnice şi economice:

- securitate şi eficienţă a exploatării, cu prezentare clară, pe display, a datelor din instalaţie;

- posibilitatea de intervenţie rapidă;

- posibilitatea analizării secvenţiale a evenimentelor, în scopul reconstituirii unui incident şi a stabilirii cauzelor avariei;

- posibilitatea analizelor sintetice, statistice ale evenimentelor;

- reducerea numărului de tipuri de aparate, concentrarea şi extinderea funcţiunilor acestora;

- reducerea numărului de cabluri de transmisiuni şi creşterea fiabilităţii legăturilor prin utilizarea cablurilor optice;

- creşterea gradului de utilizare a instalaţiilor şi reducerea daunelor provocate de incidente şi avarii.

Implementarea modelului propus se poate face treptat, etapizat, în funcţie, spre exemplu, de mijloacele financiare existente. În situaţia tehnică existentă astăzi în SEN şi a posibilităţilor financiare previzibile în următorii câţiva ani, cea mai raţională şi justificată etapizare începe cu introducerea, acolo unde actualele protecţii trebuie înlocuite, a terminalelor numerice de protecţie.

*

* *

Programul de modernizare a instalaţiilor de protecţie şi automatica din staţiile şi centralele analizate se va axa pe următoarele linii directoare, ţinând seama de situaţia instalaţiei în politica tehnico-economică, de perspectivă, a RENEL:

- acţiunea de modernizare a instalaţiei de protecţie şi automatică se va desfăşura corelat cu modernizarea în ansamblu (circuite primare şi secundare);

- înlocuirea echipamentelor de protecţie şi automatizare existente, acolo unde este cazul, se va face, de regulă, cu echipamente numerice integrabile, în viitor, în sisteme integrate de comandă, control, protecţie;

- în cazul extinderii staţiilor analizate sau trecerii acestora la alte tensiuni (de exemplu: 400 kV Oradea, 400 kV Arad, 400 kV Mintia, 400 kV Isaccea) se vor prevedea în exclusivitate sisteme integrate de protecţie, comandă, control în tehnologie numerică;

- în staţiile de interconexiune internaţională şi în cele adiacente se vor prevedea instalaţii de transmisie performante şi redundante, cu un număr corespunzător de cai pentru a se asigura transmisii de la instalaţiile de protecţie şi automatică; aceste echipamente de transmisie pot fi de înaltă frecvenţă, radiorelee, cabluri cu fibre optice.

În studiul întocmit de ICEMENERG şi ISPE [1], s-a propus o eşalonare a retehnologizării în staţiile şi centralele analizate.

Retehnologizarea va începe cu staţiile şi centralele care reprezintă noduri importante de interconexiune internaţională, continuând cu staţiile şi centralele cele mai importante din imediata apropiere a interconexiunii.

Trebuie subliniată, încă o dată, ideea de bază, şi anume faptul că fără retehnologizarea rapidă şi continuă a instalaţiilor analizate, care prezintă uzură avansată (fizică şi morală), România nu va putea participa la interconexiunea UCPTE.

BIBLIOGRAFIE

[1] ICEMENERG - ISPE *Determinarea compatibilităţii nivelului tehnic al protecţiilor prin relee din SEN cu condiţiile UCPTE. Elaborarea de soluţii pentru încadrarea în aceste condiţii. 1993 - 1994.*

[2] UCPTE - *Culegere de recomandări fundamentale pentru funcţionarea interconectată.*

[3] Prescripţii tehnice RENEL.

Referent: ing. Mircea Petran - Institutul de Studii şi Proiectări Energetice, Bucureşti

(Primit la 1 februarie 1995, acceptat la 20 martie 1995)

Articolul îşi propune o organizare mai eficientă a sistemului de automatizări a descărcării sarcinii în sistemul nostru energetic, luînd în considerare cerinţele privind intrarea în funcţiune a primului grup nuclear la centrala nucleară Cernavodă şi posibilitatea funcţionării noastre întreconectate cu UCPTE.

Implementarea acestui nou sistem de descărcare a sarcinii, presupune crearea unor condiţii mai sigure în funcţionarea grupului nuclear, precum şi creşterea siguranţei în funcţionare a întregului sistem energetic.

ASUPRA UNEI NOI ORGANIZĂRI A AUTOMATIZĂRII DASf ÎN SEN

ing. DORU PĂUNESCU, ing. FELICIA LAZĂR*

The paper presents a more efficient automatic load-shedding system organization in the Romanian network, taking into account the requirements regarding the start-up of the first nuclear power unit in Cernavodă nuclear power plant and the possibility of an interconnected operation with UCPTE.

Implementing this new load-shedding system means safety conditions improvement of nuclear power unit and reliability enhancement of the Romanian network.

Descriptori: automatizări, DASf, sisteme electroenergetice

1. Motivaţie

Punerea în funcţiune a primului bloc nuclearoelectric la CNE Cernavodă, precum şi pregătirea SEN pentru interconexiune cu sisteme din UCPTE impun exigenţe sporite şi măsuri de aliniere (din punctul de vedere al performanţelor şi eficienţei funcţionării) la normele şi recomandările specifice unităţilor nucleare, respectiv la cele de funcţionare interconectată.

Consideraţii generale asupra DASf** , funcţionarea integrată a acesteia în sistemul ierarhizat de automatici implementate în sisteme energetice în conformitate cu "planuri de apărare la avarii grave", situaţia actuală din SEN şi o analiză critică asupra acesteia, precum şi unele informaţii privind exigenţele impuse automaticii DASf în sisteme energetice evoluate (dezvoltate) ce funcţionează interconectat şi includ grupuri nuclearoelectrice au fost prezentate de autori în [4].

În prezentul articol se propun principii şi o posibilă organizare a DASf în SEN, care încearcă se răspundă criteriilor actuale de performanţă.

* Dispecerul Energetic Naţional, Bucureşti

** DASf - descărcarea automată a sarcinii la scăderea frecvenţei

2. Condiţii iniţiale

Prezenta propunere a luat în considerare:

- organizarea actuală a DASf;
- recomandările UCPTE şi datele informative despre organizarea DASf în sistemele funcţionând în paralel în cadrul UCPTE;
- restricţiile şi recomandările furnizorului echipamentelor de la CNE Cernavodă;
- performanţele releelor specializate existente şi a celor oferite de diverse firme (la nivel de catalog);
- concluziile analizei funcţionării automaticii sus-menţionate integrate în planul de salvare al SEN.

Propunerea încearcă să definească o soluţie eficientă, cu minime modificări în actuala organizare, evitând totodată costuri (în lei şi în valută) exagerate.

3. Principii de organizare şi calcul

Automatizarea DASf are rolul (se organizează şi dimensionează) de a evita căderea totală (întreruperea serviciului) a SEN, sau a unor părţi (subsisteme) din acesta, la avarii extinse şi în

cascadă, ce depăşesc criteriile de dimensionare şi ies din limitele avariilor normate (credibile).

Automatizarea DASf trebuie să oprească scăderea frecvenţei şi să asigure (pe cât posibil) în procesul tranzitoriu o frecvenţă minimă, acceptabilă pentru maşinile rămase în funcţiune şi o frecvenţă de restabilire la o valoare de la care să fie posibilă revenirea la frecvenţă normală prin acţiunea reglajului şi/sau a comenzii operative; cu alte cuvinte se adoptă în SEN doar tranşe DASf rapid; funcţionarea unei tranşe DASf cu timpi diferiţi pe criteriul df/dt nu schimbă caracterul tranşei şi nici scopul ei, ci încearcă doar o apreciere a deficitului şi o dozare mai selectivă a acţiunii.

Cu excepţia serviciilor proprii şi generale ale centralelor electrice şi ale anumitor staţii electrice, principial, restul consumatorilor pot fi conectaţi la una din tranşele DASf.

Eficienţa DASf este cu atât mai mare cu cât:

- puterea conectată la diversele tranşe este mai mare;

- numărul de tranşe DASf este mai mare (numărul de tranşe se va limita funcţie de performanţele releelor , exigenţele de selectivitate între ele şi de limitele practice de organizare a tranşelor în staţii) şi acţionează la o frecvenţă mai ridicată .

Selectivitatea între tranşele DASf se va respecta, de regulă, dar acţionarea DASf va fi selectivă faţă de izolarea grupurilor pe servicii proprii (măsură necesară pentru repornire).

Organizarea DASf se face cu luarea în considerare a păstrării integrităţii SEN în cursul avariilor; pentru zonele (subsistemele) separate de SEN în cursul avariilor, DASf din zona separată poate rezolva, după caz, avaria. Pentru zonele (subsistemele) ce se pot separa de SEN prin acţiunea altor automatici (deci o acţiune posibilă şi previzibilă) se vor face analize suplimentare.

Puterea conectată la diversele tranşe va fi repartizată, pe cât posibil , pe noduri, proporţional cu puterea consumată în acestea; proporţionalitatea puterii conectată la DASf cu puterea consumată se va respecta (verifica) pe contur FRE*, precum şi pe zone de sistem, unde abaterea de la acest principiu ar putea duce la circulaţii semnificative; puterea racordată la tranşele DASf va respecta procentual puterea de calcul, atât ca putere de vârf, cât şi ca putere medie orară, pe paliere de sarcină.

Selectivitatea DASf faţă de automatizările cu reglaje superioare primei tranşe, automatizările de pornire sau de trecere din regim compensator în regim generator a grupurilor hidro nu se verifică (şi nici nu poate fi asigurată, pentru diverse viteze de variaţie a frecvenţei).

Se adoptă treapta de selectivitate de 0,2 Hz (existentă şi în prezent) şi în timpul minim de acţionare (reglat la releu) t=0,3 s (în prezent 0,5 s), astfel încât, pentru calculele de verificare, timpul de acţionare (inclusiv timpul propriu al întrerupătoarelor) să fie luat t = 0,4 s (timpul de calcul).

Într-o staţie de transformare se va organiza, de regulă, un număr de tranşe DASf egal cu numărul de reglaje independente, posibil de realizat la releeul montat în aceasta; în caz de nevoie se vor monta mai multe dispozitive, permiţând astfel mai multe tranşe.

În staţiile în care dispozitivele DASf pot deconecta puteri peste 100 MW sau consumatori importanţi, sau în care este prevăzută accelerarea acţionării pe criteriul df/dt se vor folosi relee de performanţă şi/sau scheme de siguranţă sporită .

Pentru instalaţiile DASf ce deconectează puteri concentrate P > 20 MW, sau pentru instalaţiile DASf centralizat se vor folosi relee performante în scheme sigure. Dacă se folosesc căi de transmisie acestea vor avea acelaşi grad de siguranţă; aceste instalaţii vor folosi, de regulă, şi df/dt pentru accelerarea acţionării.

Se consideră necesar, şi totodată acceptabil (din punctul de vedere al siguranţei), într-o primă etapă:

- o releistică hibridă, anume:

- TEHNOTON (toate de ultima generaţie) circa 80 % (aproximativ 800 buc.);

- relee performante din import circa 20 % (aproximativ 200 buc.), din care circa 10 % (aproximativ 100 buc.) cu derivata frecvenţei;

- îmbunătăţirea (modernizarea), după caz, a instalaţiilor DASf, în conformitate cu câteva proiecte (variante) care să fie realizate din toate punctele de vedere, după criterii de siguranţă

* FRE - Filială de reţele electrice

severe. După caz, DASf se pot realiza în instalaţii comune cu cele DASU;

• se consideră necesar să se păstreze "DASf zonă" ca măsură de rezervare (şi ultima măsură de apărare a sistemului înainte de izolarea pe servicii proprii) a insuficienţei sau ineficienţei tranşeelor anterioare (ordinare) [4].

4. Organizarea DASf

• Reglaje, puteri deconectabile:

- Tranşa 1:

$f_1 = 49{,}0$ Hz "şi" $t_1 = 5$ s

$f_1 = 49{,}0$ Hz "şi" $df/dt = 0{,}3$ Hz/s şi $t_1' = 0{,}3$ s

$P_1 = 10$ %

- Tranşa 2:

$f_2 = 48{,}8$ Hz "şi" $t_2 = 0{,}3$

$P_2 = 15$ %

- Tranşa 3:

$f_3 = 48{,}6$ Hz "şi" $t_3 = 5$ s

$f_3 = 48{,}6$ Hz "şi" df/dt = 0,15 Hz t_3' şi = 0,3 s

- Izolare pe servicii proprii grup nuclear

$f_{iz} = 48, 5$ Hz "şi" $t_{iz} = 8$ s

- Tranşa 4:

$f_4 = 48{,}3$ Hz "şi" $t_4 = 0{,}3$ s

$P_4 = 10$ %

- Tranşa 5:

$f_5 = 48{,}1$ Hz "şi" $t_5 = 0{,}3$ s

$P_5 = 10$ %

- Izolare pe servicii proprii grup nuclear

$f_{iz} = 48{,}0$ Hz "şi" $t_{iz} = 3$ s

• DASf cu organizarea şi reglajele de mai sus s-a verificat prin calcul pentru deficite în SEN de: 880 MW, 1500 MW, 2000 MW, 2500 MW, folosind programul TEMI*.

• Cele mai semnificative rezultate ale calculelor se prezintă în tabelul 1, iar curbele de variaţie a frecvenţei cu indicativele din tabelul 1 se prezintă în continuare.

• Reglajele şi logica de acţionare a celorlalte automatizări acţionând pe criteriul frecvenţei, separarea SEN pe interconexiuni şi, legat de aceasta, "coordonarea", după caz , a unei tranşe DASf centralizat, DASf zonă, insularizări, izolări pe servicii proprii grupuri clasice etc., se va face după adoptarea şi verificarea prin calcul a organizării DASf în SEN.

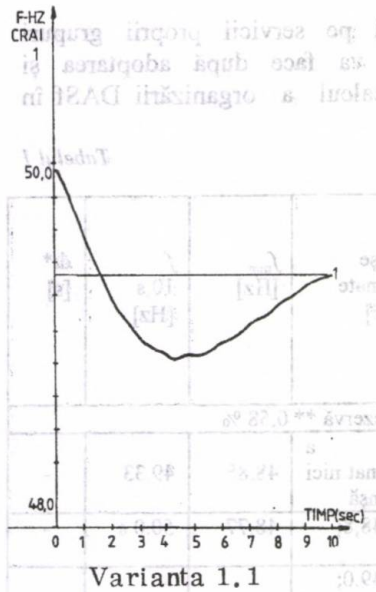
Tabelul 1

Deficit [MW]	Varianta de calcul numărul	Tranşe acţionate [Hz;s]	f_{min} [Hz]	f 10 s [Hz]	dt* [s]
Rezervă ** 0,58 %					
880	1.1	Nu a acţionat nici o tranşă	48.85	49.33	-
1000	2.1	tr.2:48,8; 0,4	48.77	50.0 s	-
1500	3.1	tr.1:49.0; 0.4 tr.2 : 48.8; 0.4	48.66	50.01	-
2000	4.1	tr.1 : 49.0; 0.4 tr.2 :48.8; 0.4	48.44	49.86	0.1
2500	5.1	tr.1 : 49.0; 0.4 tr.2 : 48.8; 0.4 tr.3:48,6;0.4	48.28	50.03	08
Rezervă ** 2,5 %					
880	1.2	Nu a acţionat nici o tranşă	48.92	49.41	-
1000	2.2	tr.2: 48.8; 0.4	48.77	50.025	-
1500	3.2	tr.1 : 49.0; 0.4 tr.2 : 48.8; 0.4	48.675	50.068	-
2000	4.2	tr.1: 49.0; 0.4 tr.2: 48.8; 0.4	48.50	49.93	-
2500	5.2	tr.1: 49.0; 0.4 tr.2: 48.8; 0.4 tr.3: 48.6; 0,4	48.29	50.04	0.7

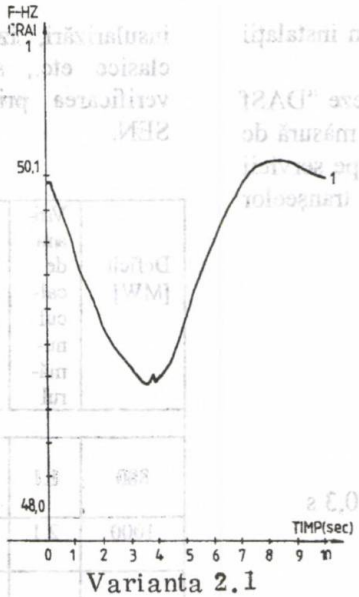
* dt - perioada de timp în care frecvenţa s-a menţinut sub 48,5 Hz (prima treaptă de izolare a grupului electronuclear)

** rezervă = ecartul dintre puterea maximă care poate fi produsă în timp de câteva secunde la o scădere de frecvenţă şi puterea produsă la frecvenţa de consemn (iniţială - 50 Hz), rezervă modelată prin programul de calcul

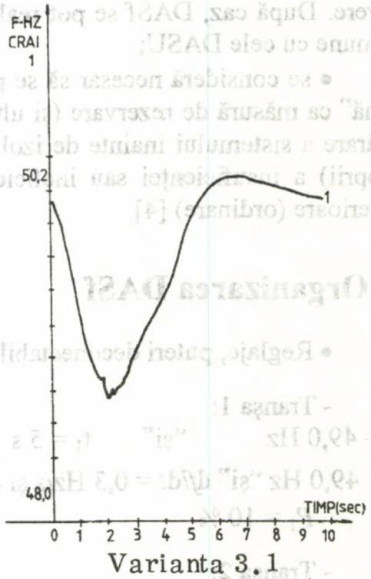
* TEMI - Programul de calcul al stabilităţii dinamice pe termen mediu



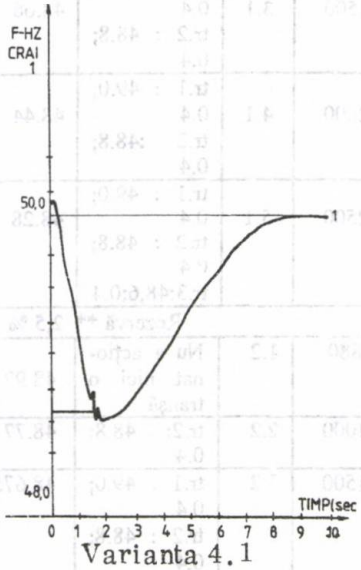
Varianta 1.1



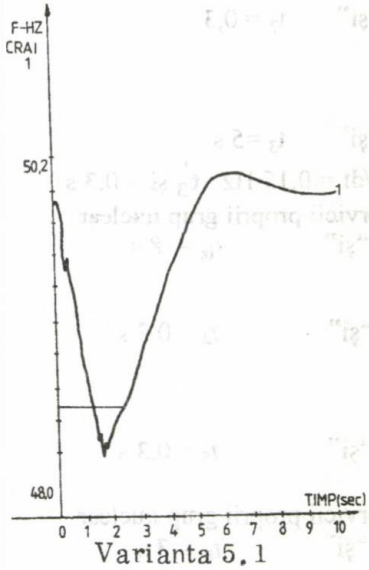
Varianta 2.1



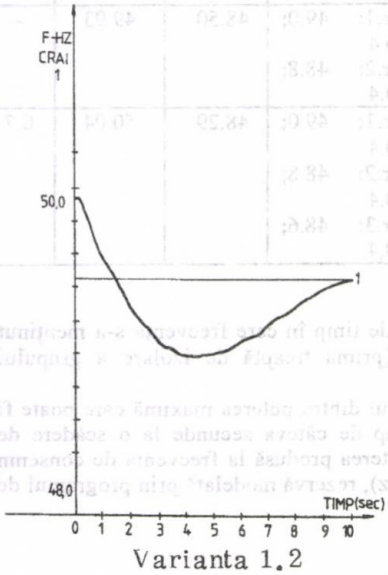
Varianta 3.1



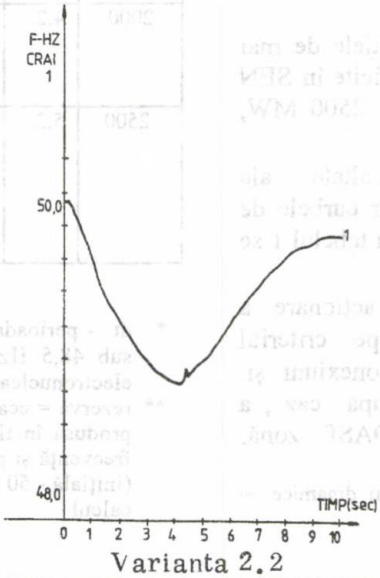
Varianta 4.1



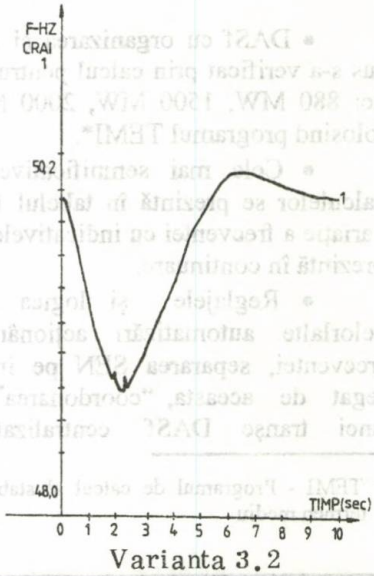
Varianta 5.1



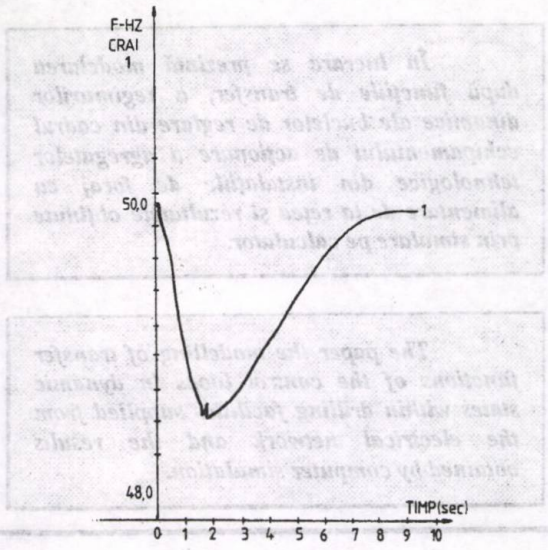
Varianta 1.2



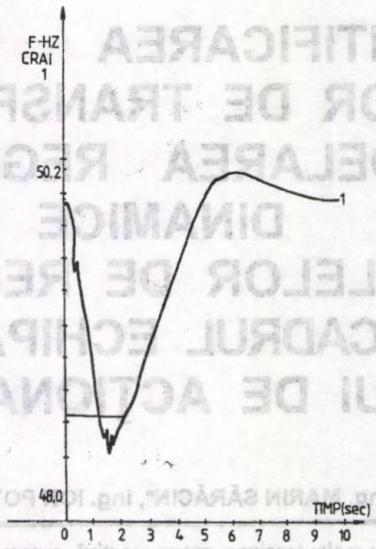
Varianta 2.2



Varianta 3.2



Varianta 4.2.



Varianta 5.2.

Concluzii

Datorită avantajelor pe care le prezintă [4] automatica DASf este mult folosită în cvasitotalitatea sistemelor energetice.

Poziţia specialiştilor şi a conducătorilor sistemelor energetice a evoluat în timp de la reticenţa (acceptarea ei în volume limitate la "avarii credibile") la acceptarea ei fără reţineri pentru 50 % şi mai mult din valorile puterii consumate.

Acceptarea în SEN a unei automatici DASf, care să poată deconecta în caz de nevoie 60 % din puterea consumată, ar creşte substanţial, în opinia autorilor, siguranţa în funcţionare şi, mai reduce substanţial riscul unor "căderi totale" ale SEN.

Verificările prin calcul, efectuate pentru deficite de până la 2500 MW (prezentate în tabel şi grafice), permit analiza funcţionării primelor trei tranşe DASf şi verificarea condiţiilor de separare ale grupului nuclearoelectric; după suprimarea unor limite în partea de urmărire a frecvenţei şi simulare a funcţionării DASf în programul TEMI, investigaţia va continua cu deficite superioare, cu păstrarea sau pierderea integrităţii SEN, cu separarea pe servicii proprii a grupului nuclearoelectric pentru verificarea funcţionării (eficacităţii) şi a celorlalte tranşe DASf (tranşele 4 şi 5) etc.

BIBLIOGRAFIE

[1] *Măsuri de evitare a perturbaţiilor în funcţionarea interconectată şi restabilirea condiţiilor normale de funcţionare* - UCPTE - 1991.

[2] HYDRO-QUEBEC-CANADA *Islanding of Gentilly -2 Nuclear Power Station.*

[3] *Planuri de protejare a sistemelor electroenergetice pentru evenimente noncredibile.* In: Electra nr.128 - ianuarie 1990

[4] Păunescu, D., Lazăr F. *Consideraţii asupra unui plan de salvare a SEN la avarii grave.* In: Energetica, 42, nr.3, seria B, 1995, p. 112 - 122

Referent: dr. ing. Marius Pomârlcanu - ICEMENERG, Bucureşti

(Primit la 17 martie 1994, acceptat la 20 mai 1994)

NOTĂ

În cadrul lucrărilor mesei rotunde organizate de revista Energetica în zilele de 29 - 30 septembrie 1994, pentru omagierea savantului român Paul Dimo, au mai fost prezentate următoarele lucrări, care, din cauza lipsei de spaţiu grafic, nu au mai putut fi publicate în numărul 6, seria B/1994 al revistei, dedicat acestui eveniment:

1. Alexandru Itoafă: Consideraţii asupra modelelor de reţea REI - DIMO
2. Alexei Cantîr: Produs sofware pentru construirea şi calculul echivalenţilor de reţea
3. Ştefania Velicu, Marina Botgros, Octavian Gheorghe, Sebastian Ionescu, Gheorghe Moraite, Bogdan Minteanschi: Procesul de Analiză Nodală - DIMO, mijlocul principal de studiu al regimurilor de funcţionare, în cadrul ISPE
4. Liviu Groza: Noi posibilităţi de aplicare a analizei nodale
5. Haralambie Cristea, Mirela Beşliu: Analiza stărilor sistemului în ansamblu cu ajutorul echivalentului REI cu nod fictiv şi imaginea nodală

Cei interesaţi le pot consulta la redacţie sau la autori.

IDENTIFICAREA FUNCŢIILOR DE TRANSFER ŞI MODELAREA REGIMURILOR DINAMICE ALE BUCLELOR DE REGLARE DIN CADRUL ECHIPAMENTULUI DE ACŢIONARE

În lucrare se prezintă modelarea după funcţiile de transfer, a regimurilor dinamice ale buclelor de reglare din cadrul echipamentului de acţionare a agregatelor tehnologice din instalaţiile de foraj cu alimentare de la reţea şi rezultatele obţinute prin simulare pe calculator.

The paper the modelling of transfer functions of the control loops in dynamic states within drilling facilities supplied from the electrical network and the results obtained by computer simulation.

conf. dr. ing. MARIN SĂRĂCIN*, ing. ION POTÎRNICHE **

Descriptori : reglaj tensiune, putere reactivă, sisteme electroenergetice

Introducere

În scopul obţinerii unor regimuri dinamice optime s-au studiat, cu ajutorul calculatorului, prin modelare după funcţiile de transfer, buclele de reglare curent şi tensiune în indus, din cadrul schemei de reglare automată a turaţiei, cu motoare de curent continuu, cu excitaţie independentă, de acţionare a agregatelor tehnologice (pompe, masă rotativă, troliu) din cadrul instalaţiilor de foraj cu alimentare de la reţea.

Buclele de reglare au fost modelate atât în cazul acţionării independente a unui singur motor, cât şi în cazul interconectării buclelor de reglare la acţionarea a două motoare cuplate rigid pe acelaşi ax cu bloc de echilibrare automată a sarcinilor.

Rezultatele obţinute ilustrează performanţele dinamice ridicate de care este capabilă schema de reglare adoptată, îndeosebi în cazul echilibrării sarcinilor pe două motoare funcţionând cuplate mecanic pe acelaşi ax, caz puţin studiat până în prezent.

1. Prezentarea sistemului şi identificarea funcţiilor de transfer

Schema de reglare a turaţiei, prin controlul automat al tensiunii pe indus cu buclă subordonată de limitare a curentului şi cu bloc de echilibrare a sarcinii pe două motoare de curent continuu, cuplate mecanic pe acelaşi ax, alimentate de la punţi complet diferite, trifazate, cu tiristoare, este prezentată în figura 1.

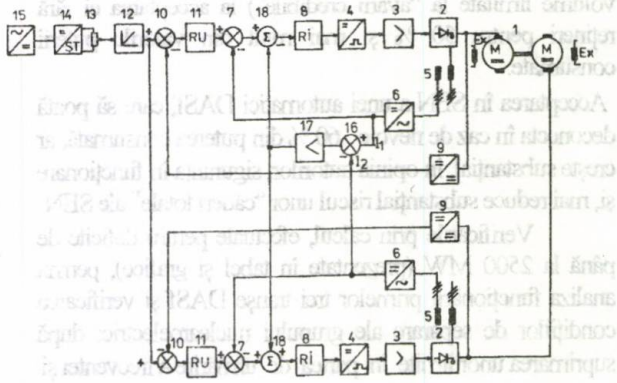


Fig.1. Schema de reglare a turaţiei : 1 - motor de curent continuu; 2 - punte cu tiristoare; 3 - amplificator de impulsuri de aprindere; 4 - dispozitiv de comandă pe poartă; 5 - transformator de curent; 6 - traductor de curent rotoric; 7 - comparator de curent rotoric; 8 - regulator de curent rotoric; 9 - traductor de tensiune continuă; 10 - comparator de tensiune rotorică; 11 - regulator de tensiune rotorică; 12 - integrator limitator de acceleraţie; 13 - potenţiometru de impunere; 14 - sursă stabilizată; 15 - sursă de alimentare; 16 - comparator de echilibrare a sarcinii; 17 - regulator de echilibrare a sarcinii; 18 - sumator.

Funcţiile de transfer cunoscute ale elementelor buclelor de reglare pentru motor de

*Facultatea Electrotehnică Universitatea "Politehnica", Bucureşti
**ACEL - ICPE, Bucureşti

curent continuu au fost completate cu cele ale elementelor noi, care apar în cadrul schemei de echilibrare a sarcinii.

Identificarea elementelor buclei subordonate de curent rotoric, acordată optim după criteriul modulului, conduce la modelul matematic din figura 2.

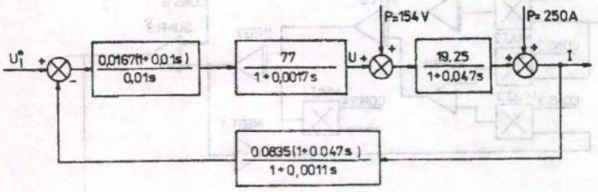


Fig.2.Modelul matematic după criteriul modulului.

Se observă, pe calea de reacţie, utilizarea unui traductor de curent continuu, a cărui schemă conferă posibilitatea introducerii unui termen de anticipaţie de ordinul întâi.

Identificarea elementelor buclei de tensiune rotorică, acordată optim după criteriul simetriei, conduce la modelul matematic din figura 3.

pentru buclele de curent din figura 4 şi pentru bucla comună de tensiune la modelul din figura 5.

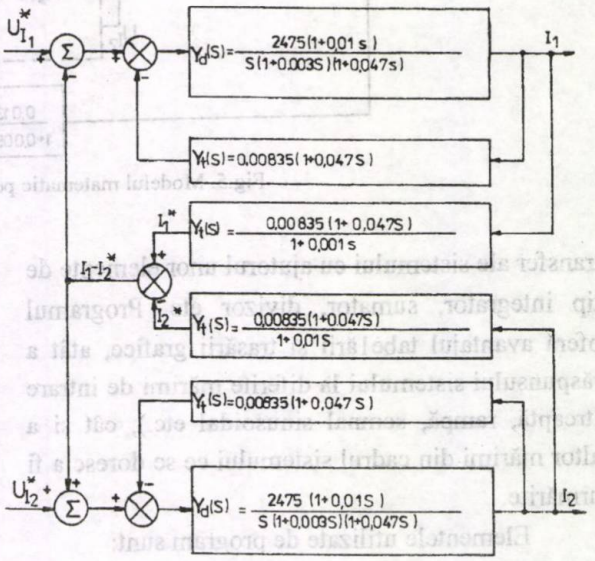


Fig.4. Modelul matematic pentru buclele de curent.

2. Simulare pe calculator

Pentru modelare s-a utilizat calculatorul numeric ICL 1902, pe care a fost mulat un program de simulare analogică. Programul oferă răspunsul sistemului (evoluţia în timp a semnalelor

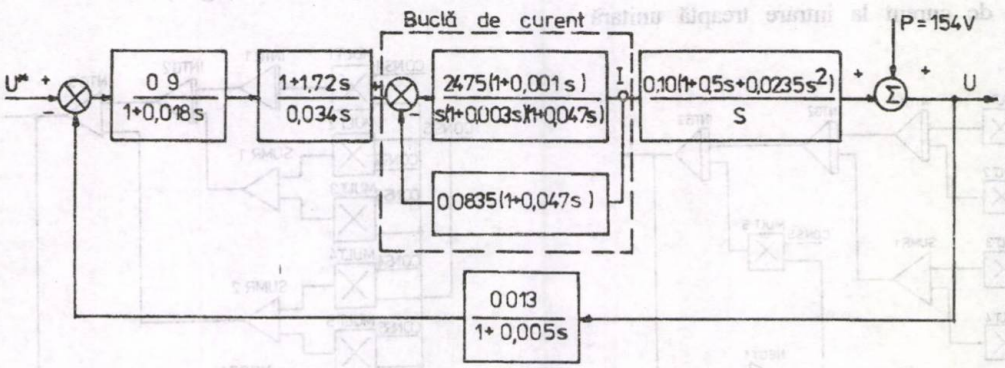


Fig. 3. Modelul matematic după criteriul simetriei.

Modelele matematice ale buclelor de curent şi tensiune conduc, în cazul schemei de echilibrare a curenţilor a două motoare, la modelul matematic

ce se doresc a fi urmărite), ca urmare a unui semnal de intrare treaptă, rampă sau altă formă şi foloseşte metoda de simulare a funcţiilor de

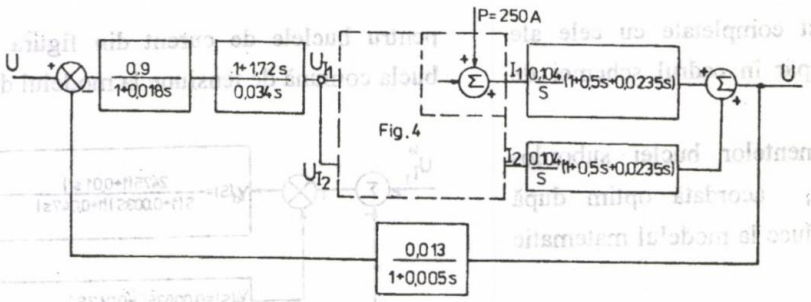


Fig.5. Modelul matematic pentru bucla comună de tensiune.

transfer ale sistemului cu ajutorul unor elemente de tip integrator, sumator, divizor etc. Programul oferă avantajul tabelării şi trasării grafice, atât a răspunsului sistemului la diferite mărimi de intrare (treaptă, rampă, semnal sinusoidal etc.), cât şi a altor mărimi din cadrul sistemului ce se doresc a fi urmărite.

Elementele utilizate de program sunt:

1 - CONS

2 - INTG $U_1=(U_2+U_3)/P$; $U_4=U_4$ la t=0; U_1= CONS

3 - MULT $U_1 = U_2 \times U_3$

4 - DIVD $U_1 = U_2/U_3$

5 - SUMR $U_1 = U_2 + U_3$

6 - NEGT $U_1 = -(U_2 + U_3)$

7 - COMP $U_1 = U_2$ dacă $U < U_5$

$U_1 = U_3$ dacă $U_4 > U_5$

S-au realizat modele şi s-au obţinut răspunsurile în timp pentru :

- bucla de curent la intrare treaptă unitară (fig.6);

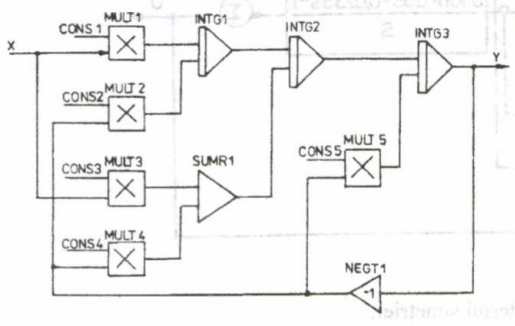


Fig.6.

- bucla de curent la perturbaţie de curent treaptă 20 % $I_N = 250$ A (fig.7);

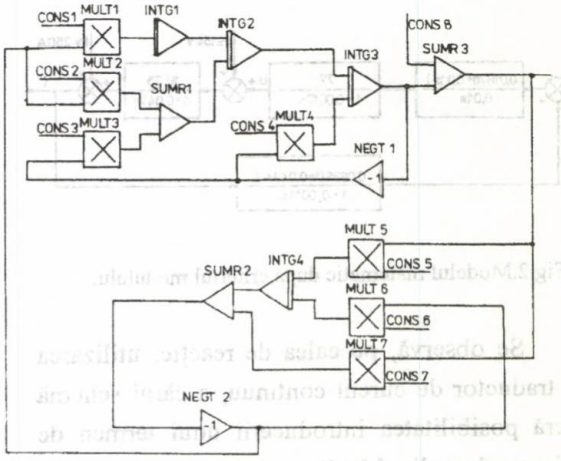


Fig. 7.

- bucla de curent la perturbaţie de tensiune treaptă 20 % $U_N = 154$ V (fig. 8);

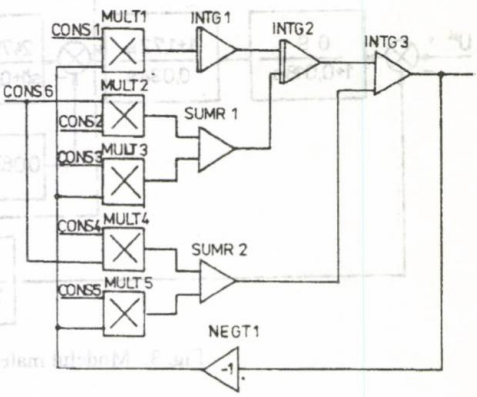


Fig. 8.

- bucla de tensiune la perturbaţie de tensiune treaptă 20 % $U_N = 154$ V (fig.9);

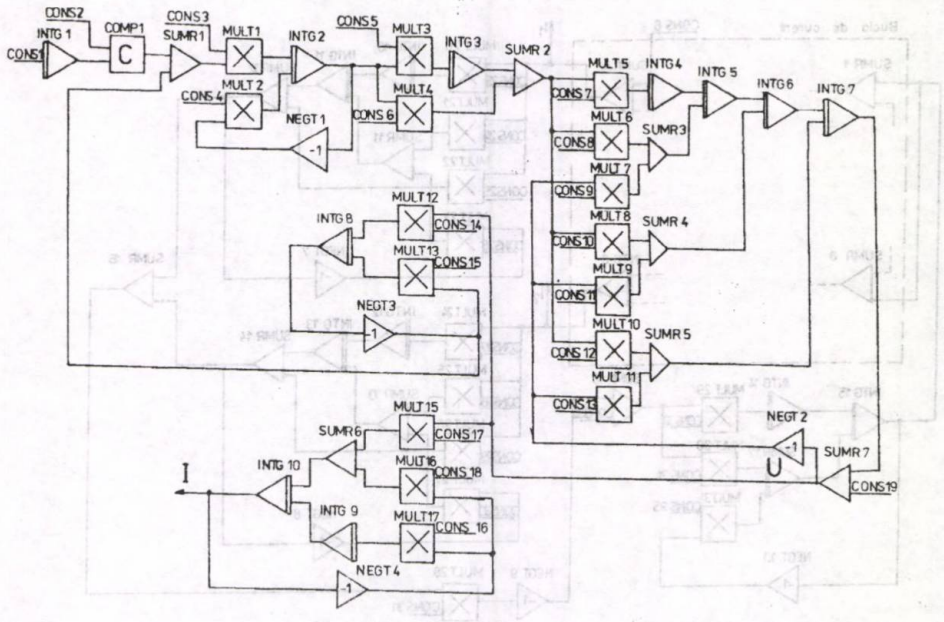


Fig. 9.

• ambele bucle de curent interconectate prin schema de echilibrare a sarcinii, la perturbaţie treaptă 20 % I_N = 250 A a unuia dintre curenţi (fig.10);

• bucla de tensiune pentru două motoare funcţionând cuplate pe acelaşi ax şi cu echilibrare de sarcini la perturbaţie treaptă a unuia dintre curenţi (fig.11).

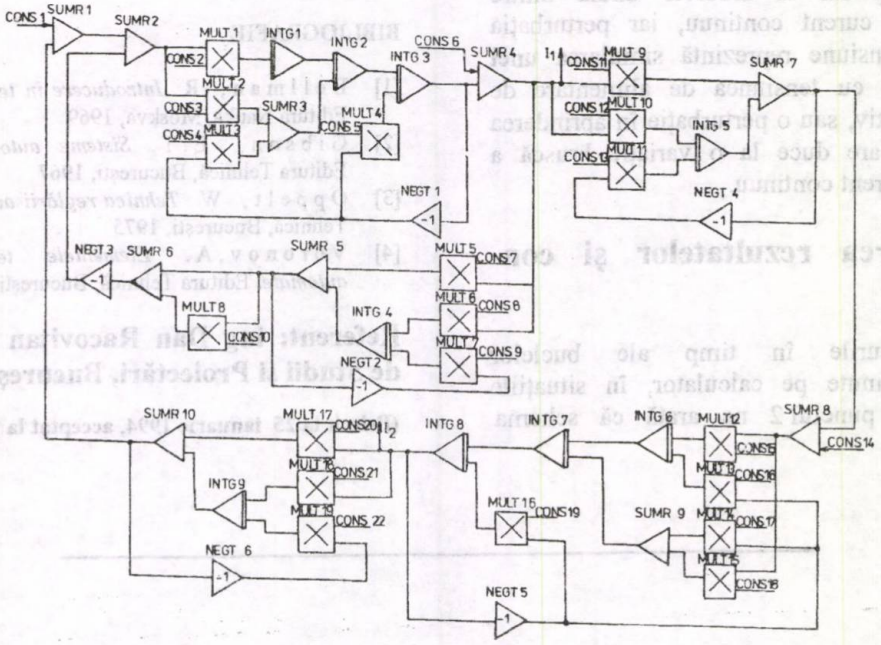


Fig.10.

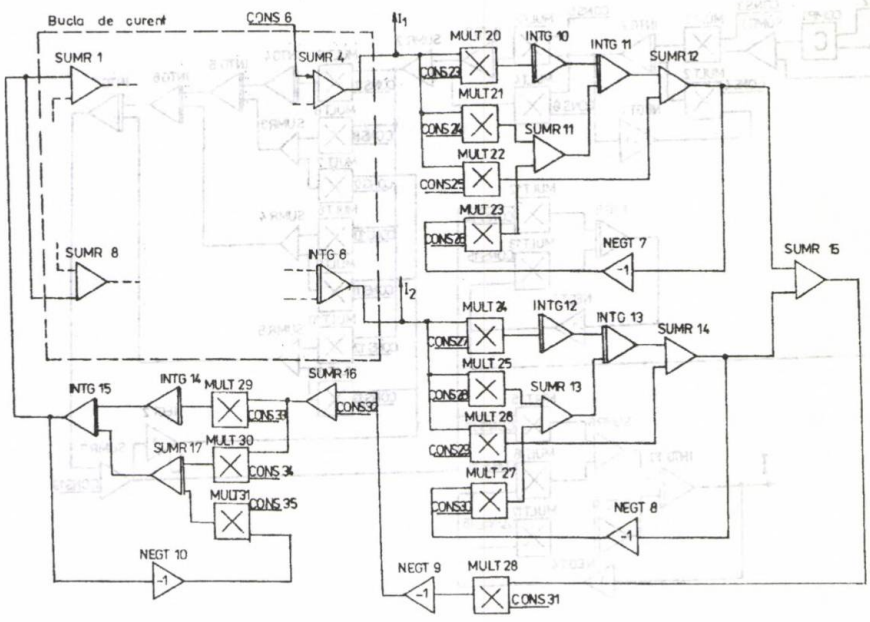


Fig.11.

Treapta unitară la intrare reprezintă simularea acţionării totale, brutale, a pedalei de impunere a turaţiei (tensiunii). Perturbaţia treptată de curent este echivalentă unei variaţii brutale a cuplului la arborele unuia dintre motoarele de curent continuu, iar perturbaţia treptată de tensiune reprezintă simularea unei variaţii bruşte cu tensiunea de alimentare de curent alternativ, sau o perturbaţie în aprinderea tiristoarelor, care duce la o variaţie bruscă a tensiunii de curent continuu.

Interpretarea rezultatelor şi concluzii

Răspunsurile în timp ale buclelor modelate, obţinute pe calculator, în situaţiile enumerate la punctul 2 ne arată că schema adoptată, de reglare automată şi echilibrare a sarcinilor, conferă sistemului parametri înalţi de calitate, chiar şi în cele mai grele situaţii sau solicitări care pot apărea în practică.

BIBLIOGRAFIE

[1] Bellman, R. *Introducere în teoria matricelor.* Editura Nauka, Moskva, 1969

[2] Gibson, E.T. *Sisteme automate neliniare.* Editura Tehnică, Bucureşti, 1967

[3] Oppelt, W. *Tehnica reglării automate.* Editura Tehnică, Bucureşti, 1975

[4] Voronov, A. *Elementele teoriei reglării automate.* Editura Tehnică, Bucureşti, 1977.

Referent: ing Dan Racoviţan - Institutul de Studii şi Proiectări, Bucureşti

(Primit la 25 ianuarie 1994, acceptat la 14 martie 1994)

Rezolvarea algoritmică a problemei controlului optim tensiune - putere reactivă se realizează, în prezenta lucrare, cu un program bazat pe o metodă propusă de Dommel şi Tinney. Programul de calcul al regimului permanent optimizat a fost dezvoltat în jurul unui nucleu constituit de implementarea metodei Newton - Raphson fără nici un fel de aproximaţii. S-a reuşit obţinerea unui program de optimizare performant, la nivel de aplicaţie industrială, capabil să calculeze regimul permanent optimizat pentru reţelele de mari dimensiuni. Ca alternativă la algoritmul Dommel-Tinney este prezentat un algoritm de Gradient Redus Generalizat (GRG), pe baza căruia s-a implementat un program aflat în fază de testare.

REZOLVAREA ALGORITMICĂ A PROBLEMEI CONTROLULUI OPTIM TENSIUNE-PUTERE REACTIVĂ

prof. dr. ing. EUGENIU POTOLEA*
ş.l. ing. VASILE BOSTAN**

An algoritm of a voltage-reactive power control is achieved by means of a reduced gradient method combined with penalty functions for the operational restrictions which represents the method proposed by Dommel and Tinney. The optimized power flowe computation programme has been developied round a nucleus represented by Newton - Raphson method implementation without any approximations. A high performance optimization programme at practical application level, able to compute the optimized power flow for big sized networks has been obtained . As an alternative to Dommel - Tinney an algoritm a Generalized Reduced Gradient algoritm and a programme in a testing stage are presented.

Descriptori: reglaj tensiune, putere reactivă, sisteme electroenergetice

Introducere

Problema dispecerizării optime a puterilor reactive, denumită adesea în literatura de specialitate "optimizarea circulaţiei de putere" (Optimal Power Flow) sau "controlul optim tensiune - putere reactivă" (V/Q Optimization), **vizează calculul valorilor la care trebuie reglate variabilele de control** (tensiunile la nodurile de tip generator, ploturile de funcţionare ale transformatoarelor din reţea), **astfel încât să se obţină încadrarea între limitele admisibile de funcţionare a tuturor variabilelor,** deci şi a tensiunilor nodale, **în condiţiile minimizării funcţiei obiectiv.** În cadrul prezentei lucrări, funcţia obiectiv este reprezentată de pierderile totale de putere activă în SEE, iar problema abordată face parte din clasa problemelor dispecerului economic. La rândul său, aceasta este o problemă de optimizare din categoria programării matematice neliniare cu funcţia obiectiv neliniară şi cu restricţii neliniare, atât de tip egalitate, cât şi de tip inegalitate. O cale de rezolvare a problemei abordate, introdusă de Dommel şi Tinney [1], este aceea de a introduce restricţiile în funcţia obiectiv cu ajutorul multiplicatorilor lui Lagrange şi/sau funcţiilor de penalizare şi de a minimiza această funcţie obiectiv generalizată, folosind o metodă destinată rezolvării problemelor fără restricţii (metoda celei mai abrupte coborâri, sau o tehnică secvenţială de minimizare fără restricţii - SUMT). Alte posibilităţi de rezolvare sunt oferite de metodele de gradient proiectat, de Gradient Redus Generalizat (GRG) [2] etc.

* Catedra Electroenergetică, Universitatea "Politehnica", Bucureşti
** Catedra Centralei Electrice Universitatea "Politehnica", Bucureşti

1. Formularea problemei controlului optim al tensiunilor şi al puterilor reactive

Puterile într-un SEE de "n" noduri se supun ecuaţiilor nodale de bilanţ, care conduc la un sistem ce poate fi soluţionat prin liniarizare. Trebuie rezolvat următorul sistem liniar de ecuaţii:

$$\begin{cases} \Delta P = P_i^{imp} - P_i = \sum_{k \in C} N_{ik} \cdot \frac{\Delta V_k}{V_k} + \sum_{k \in C \cup G} H_{ik} \cdot \Delta\theta_k, \\ \qquad\qquad i \in N/e \\ \Delta Q = Q_i^{imp} - Q_i = \sum_{k \in C} J_{ik} \cdot \frac{\Delta V_k}{V_k} + \sum_{k \in C \cup G} L_{ik} \cdot \Delta\theta_k, \\ \qquad\qquad i \in C \end{cases} \quad (1)$$

în care: $N_{ik}, H_{ik}, J_{ik}, L_{ik}$ sunt elemente ale matricei Jacobian.

Sistemul de ecuaţii (1) este rezolvat, în cadrul unui modul destinat calculului regimului permanent, în mod iterativ, în raport cu necunoscutele $\Delta V_k, \Delta\theta_k$. Pentru rezolvare s-a aplicat metoda Newton, care a fost dezvoltată într-un algoritm foarte rapid care exploatează sparsitatea matricei Jacobian prin factorizarea ordonată şi folosirea unor scheme de stocare compactată cu ajutorul structurilor de date ce folosesc pointerii.

Modelul matematic al problemei face parte din clasa generală a problemelor de optimizare neliniare de mari dimensiuni:

$$\text{Min}\{F\} = \text{Min}, \{P_e(V, \theta, \alpha, T)\}, \quad (2)$$

Supusă restricţiilor:

* de egalitate, corespunzător regimului permanent

$$\begin{aligned} P_i(V, \theta, \alpha, T) &= P_i^{imp}, \quad i \in N/e \\ Q_i(V, \theta, \alpha, T) &= Q_i^{imp}, \quad i \in /C \end{aligned} \quad (3)$$

* de inegalitate:

$$V_i^{min} \le V_i \le V_i^{max} \quad (4)$$

$$T_{ij}^{min} \le T_{ij} \le T_{ij}^{max}, \quad i, j \in T_R \cup T_C \quad (5)$$

$$\alpha_{ij}^{min} \le \alpha_{ij} \le \alpha_{ij}^{max}, \quad i, j \in T_C \quad (6)$$

$$Q_i^{min} \le Q_i(V, \theta, \alpha, T) \le Q_i^{max}, \quad i \in G \quad (7)$$

$$I_{ij}^2(V, \theta, \alpha, T) \le \left(I_{ij}^{max}\right)^2, \quad i, j \in N \quad (8)$$

S-au folosit următoarele notaţii: V - vectorul modulelor tensiunilor; θ - vectorul argumentelor tensiunilor; T - vectorul modulelor rapoartelor de transformare; α - vectorul unghiurilor transformatoarelor cu raport complex; G - mulţimea nodurilor de tip (P, V); C - mulţimea nodurilor de tip (P, Q) ; N - mulţimea tuturor nodurilor; T_R, T_C - mulţimile transformatoarelor cu raport real, respectiv cu raport complex; $P_i(\ )$, $Q_i(\ )$ - funcţiile puterii nodale, activă şi reactivă; I_{ij} - curentul din latura "i - j" ; $(.)^{min}$, $(.)^{max}$ - limitele minimă şi maximă ale mărimilor dintre paranteze.

2. Soluţia modelului matematic

2.1. Stadiul rezolvării problemei pe plan mondial

Metodele de rezolvare a problemelor de programare matematică neliniare, clasa de probleme în care se încadrează şi dispecerizarea optimă a puterilor reactive, formează suportul teoretic al implementărilor realizate pe care le vom prezenta în continuare. Ilustrăm în tabelul 1 câteva exemple reprezentative pentru algoritmele aplicabile problemei de programare matematică neliniară de tip dispecer economic, care sugerează principalele direcţii de dezvoltare ale metodelor de rezolvare ale acestor probleme.

2.2. Metoda şi algoritmul Dommel - Tinney de rezolvare a problemei

Prin aplicarea condiţiilor Kuhn - Tucker necesare în punctul de minim, rezultă un sistem de ecuaţii care se rezolvă printr-o metodă de gradient redus, combinat cu funcţii de penalizare pentru tratarea restricţiilor funcţionale. Prezentăm în continuare metoda propusă de Dommel şi Tinney [1], la care s-au făcut unele modificări legate de căutarea unidimensională (aplicarea algoritmului Brent [5]).Condiţiile de staţionaritate, necesare în punctul de minim, duc la următorul sistem de ecuaţii:

$$\frac{\partial \rho}{\partial V_i} = 0, \quad \text{cu} \quad i \in G \tag{9}$$

$$\frac{\partial \varphi}{\partial T_{ij}} = 0, \quad \text{cu} \quad i \text{ şi } j \in T_R \cup T_C \tag{10}$$

$$\frac{\partial \varphi}{\partial V_i} \cdot V_i = 0, \quad \text{cu } i \in C \tag{11}$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial \theta} = 0, \text{cu } i \in N \setminus e \tag{12}$$

$$\frac{\partial \varphi}{\partial \lambda_i} = P_i(V,\theta,T,\alpha) - P_i^{imp} = 0, \text{ cu } i \in N \setminus e \tag{13}$$

$$\frac{\partial \varphi}{\partial \mu_i} = Q_i(V,\theta,T,\alpha) - Q_i^{imp} = 0, \text{cu } i \in C \tag{14}$$

Funcţia α reprezintă Lagrangeanul augumentat cu termenii de penalizare, iar λ_i, μ_i sunt multiplicatorii lui Lagrange. În prezenta lucrare, pentru funcţia α s-a considerat următoarea expresie:

$$\alpha(V,\theta,\alpha,T) = P_e(V,\theta,\alpha,T) + \sum_{i \in N \setminus e} \lambda_i \left[P_i(V,\theta,\alpha,T) - P_i^{imp} \right] +$$

$$+ \sum_{i \in C} \mu_i \left[Q_i(V,\theta,\alpha,T) - Q_i^{imp} \right] + \sum_{i \in C} \rho_i \left(V_i - V_i^* \right)^2 +$$

$$+ \sum_{i \in G} \beta_i \left[Q_i(V,\theta,\alpha,T) - Q_i^* \right]^2 + \sum_{ij \in N} \gamma_{ij} \left[I_{ij}^2(V,\theta,\alpha,T) - I_{ij}^{*2} \right]^2 \tag{15}$$

unde $\rho_i, \beta_i, \gamma_i$ sunt factorii de penalizare pentru restricţiile care nu sunt respectate.

Tabelul 1

Algoritme folosite pentru rezolvarea problemei dispecerului economic

Algoritmul	Direcţia de minimizare	Tehnici pentru tratarea neliniarităţilor	Stadiul de aplicare	Observaţii
Dommel-Tinney	Gradient	Funcţii de penalizate	Mai multe programe industriale	Dezavantajul prezenţei funcţiilor de penalizare
Gradient Redus Generalizat (GRG)	Gradient	Comutarea variabilelor	Cel puţin un program industrial	Este un algoritm mai robust decât cel Dommel-Tinney, dar comutarea variabilelor de control are unele dezavantaje
Wu, Gross, Luini, Look, Gribik	Gradient	Comutarea variabilelor, Funcţii de penalizare, Lagrangean Augmentat	Un program industrial	Este practic un nou algoritm de GRG, modificat pentru a face compatibile comutările variabilelor cu problema calculului circulaţiilor de puteri
Super - Hybrid	Cvasi-Newton	Liniarizare	Experimental	Simplu de programat, rapid şi robust. Poate fi descompus pentru procesare paralelă
Burchett-Happ-Wirgan	Cvasi - Newton sau gradient conjugat	Liniarizare şi Lagrangean augmentat	Un program industrial	Este asemănător cu algoritmul Han-Powell, exceptând faptul că determinarea direcţiei de deplasare foloseşte o funcţie neliniară, în timp ce în algoritmul Han-Powell se foloseşte o funcţie obiectiv pătratică

Pentru rezolvarea sistemului de ecuaţii prezentat mai sus, s-a implementat un program de optimizare complex, bazat pe algoritmul Dommel - Tinney. Pentru prezentarea algoritmului precizăm semnificaţia următoarelor notaţii: INTER_OPT- contor pentru numărarea iteraţiilor efectuate în programul de optimizare; MAXIM - variabilă în care se stochează valoarea absolută a diferenţei între valorile funcţiei obiectiv la două iteraţii consecutive de optimizare; F_OPT, F_O - variabile care conţin valoarea funcţiei obiectiv la iteraţia curentă, respectiv la iteraţia anterioară; REGLAJ- _U - indicator de tip întreg care este ales opţional (1 - dacă se doreşte reglarea tensiunilor la nodurile generatoare şi 0 - dacă nu se doreşte reglarea tensiunilor); REGLAJ_T - indicator de tip întreg, care este ales opţional (1 - dacă se doreşte reglarea ploturilor transformatoarelor din reţea şi 0 - dacă nu se doreşte reglarea ploturilor); EPS_OPT - valoarea stabilită pentru testul de convergenţă (printre altele se verifică dacă MAXM (definit mai sus)< EPS_OPT); MAX_IT_OPT - numărul maxim de iteraţii admis a prioric în calculul regimului optim pentru oprirea procesului de calcul în cazul regimurilor neconvergente sau foarte slab convergente; h1_u, h2_u, h3_u, h1_t, h2_t, h3_t - estimări iniţiale pentru tripletele care conţin pasul optim de deplasare pe componentele antigradientului faţă de _u (tensiuni) şi faţă de _t (ploturi), pas ce urmează a fi determinat cu funcţia care implementează algoritmul lui BRENT [5] de căutare unidimensională.

Mai facem notaţiile pentru mulţimile nodurilor: mulţimea nodurilor generatoare (P,V) = G, mulţimea nodurilor consumatoare (P,Q) = C, pentru nodul de echilibru $\{e\}$ şi respectiv card (G) = g, card(C) = c, card($\{e\}$)=1. Cu T am notat mulţimea transformatoarelor cu reglaj longitudinal sau longo-transversal din reţeaua studiată, $T = T_C UT_R$ şi card(T) = NrTraf. Pentru prezentarea algoritmului facem temporar convenţia că mulţimea G conţine şi nodul e . Precizarea valorilor pentru REGLAJ_U şi REGLAJ_T se face în etapa de configurare a programului de calcul al regimului optimizat.

Cu aceste notaţii, **algoritmul Dommel-Tinney implementat,** cu unele modificări faţă de varianta originală [1], este următorul:

1. Iniţializează procesul iterativ: a) stabileşte valori iniţiale pentru V_i , $i \in G$ şi pentru $PLOT_j$, $j \in T$; b) iniţializează indicele curent al iteraţiilor de optimizare ITER_OPT = 0, abaterea maximă a funcţiei obiectiv MAXIM = 0 şi indicatorii REGLAJ_U, REGLAJ_T, în funcţie de ceea ce se doreşte să se regleze; c) iniţializează vectorii $V^{max}[i]$, $V^{min}[i]$ în funcţie de nivelul de tensiune; d) iniţializează valorile h1_u, h2_u, h3_u, h1_t, h2_t, h3_t pentru tripletele de puncte care conţin valoarea pasului de deplasare pe direcţia antigradientului pentru tensiune _u, respectiv pentru ploturi _t.

2. Calculează un regim permanent de funcţionare al reţelei electrice studiate, lăsând liberă variaţia puterilor reactive Q_i la nodurile generatoare $i \in G$. În urma calculului regimului permanent deţinem, în memoria calculatorului, un Jacobian nefactorizat (în concordanţă cu algoritmul programului de regim permanent implementat).

3. Calculează puterea activă şi reactivă la nodul de echilibru e , respectiv $\mathbf{P_e}$, $\mathbf{Q_e}$.

4. Calculează valoarea funcţiei obiectiv cu penalizări pentru restricţiile violate: $V_i^{min} \le V_i \le V_i^{max}, i \in C$ şi $Q_i^{min} \le Q_i \le Q_i^{max}$, $i \in G$.

Factorii de penalizare ρ şi β corespunzători mărimilor $V_i (i \in C), Q_i (i \in G)$ care depăşesc limitele impuse, iau valori pozitive. Atribuie valoare funcţiei obiectiv variabilei F_0.

5. Dacă ITER_OPT $\ge$ 1, calculează Jacobianul în punctul de funcţionare obţinut. La prima iteraţie, ITER_OPT = 0, se valorifică Jacobianul calculat în urma rezolvării regimului permanent de la punctul 2 şi care este stocat în memorie.

6. Calculează vectorii λ, μ care conţin multiplicatorii Lagrange, rezolvând sistemul:

$$[J]^T x \begin{bmatrix} \lambda \\ \mu \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V\_LIB \end{bmatrix}.$$

Pentru aceasta: a) calculează vectorul corespunzător termenului liber, notat $\begin{bmatrix} V\_LIB \end{bmatrix}$, care conţine derivatele puterii la nodul de echilibru $\mathbf{P_e}$, în raport cu variabilele bazice $(V_i, i \in C$ şi θ_i, $\mathbf{i \in C \cup G})$; b) factorizează matricea Jacobian existentă în memorie la acest moment; c) calculează λ, μ printr-o substituţie înainte şi una înapoi, folosind o funcţie de calcul al soluţiei care să nu modifice Jacobianul, dar să-l folosească, ca şi cum ar fi transpus.

7. Calculează componentele gradientului funcţiei obiectiv în raport cu variabilele de control V_i, i ∈ G (stocate în du [*i*] şi respectiv în raport cu ploturile de funcţionare ale transformatoarelor $PLOT_j$, j ∈ T(stocate în drt [j]): du [*i*] $= \frac{\partial \varphi}{\partial V_i}, i \in G$ şi $drt[j] = \frac{\partial \varphi}{\partial PLOT_j}, j \in T.$

8. Memorează punctul curent de funcţionare obţinut şi normează componentele gradientului cu norma _u (pentru tensiuni) şi cu norma _t (pentru ploturi).

9. Dacă REGLAJ_U = 1, ceea ce înseamnă că se doreşte să se regleze tensiunile V_i, $i \in G$, pentru ITER_OPT ≥ 1 se micşorează intervalul iniţial pentru **h_opy_u** , de deplasare pe direcţia componentelor faţă de V_i ale antigradientului (altfel se consideră estimaţia iniţială a tripletei h1_u = 0, h2_u = 0.2, h3_u = 0.4) şi se estimează **h_opt_u,** pasul optim, pe baza metodei BRENT [5].

- 9.1.Calculează noi valori pentru variabilele:

$$V_i = V_i - h\_opt\_u \times du[i], i \in G$$

10. Dacă REGLAJ_T = 1, ceea ce înseamnă că se doreşte să se regleze ploturile de funcţionare ale transformatoarelor cu reglaj longitudinal şi longo-transversal, estimează tripleta de punctele **h1_t, h2_t, h3_t** în interiorul căreia se va căuta un pas optim **h_opt_t** pentru variaţia ploturilor pe direcţia componentelor drt[*j*] ale antigradientului cu ajutorul metodei BRENT (apelăm funcţia BRENT). Iniţial se alege tripleta h1_t = 0, h2_t = 3 , h3_t = 6 şi opţional se poate micşora pe parcursul iteraţiilor.

•10.1. Calculează noi valori pentru variabilele:

$$PLOT_j = PLOT_j - h\_opt\_t \times drt[j], \ j \in T;$$

Modifică termenii matricei Ynn corespunzător modificării ploturilor, recalculează Jacobianul şi calculează un regim permanent de funcţionare cu valorile $V_i, i \in G$ calculate la pasul 9.1 al algoritmului şi cu valorile ploturilor $PLOT_j$ calculate mai sus şi apoi rotunjite la valorile discrete cele mai apropiate de valoarea variabilei $PLOT_j$.

11. Calculează valoarea funcţiei obiectiv, F_opt, cu penalizări pentru restricţiile violate, de tipul:

$V_i^{min} \le V_i \le V_i^{max}, i \in C$ şi $Q_i^{min} \le Q_i \le Q_i^{max}, i \in G.$

Calculează MAXIM = Fabs (F_opt-F_0) şi atribuie F_0=F_opt;

12. Verifică testul de convergenţă şi depăşirea numărului de iteraţii, admis pentru optimizare. Dacă (MAXIM > EPS_OPT) şi (ITER_OPT ≤ MAX_IT_OPT) creşte contorul iteraţiilor de optimizare (ITER_OPT++) şi reia calculul de la pasul 5. Astfel, STOP - procesul de calcul se opreşte urmând să fie interpretate rezultatele obţinute.

În figura 1, prezentăm schema logică simplificată a algoritmului implementat.

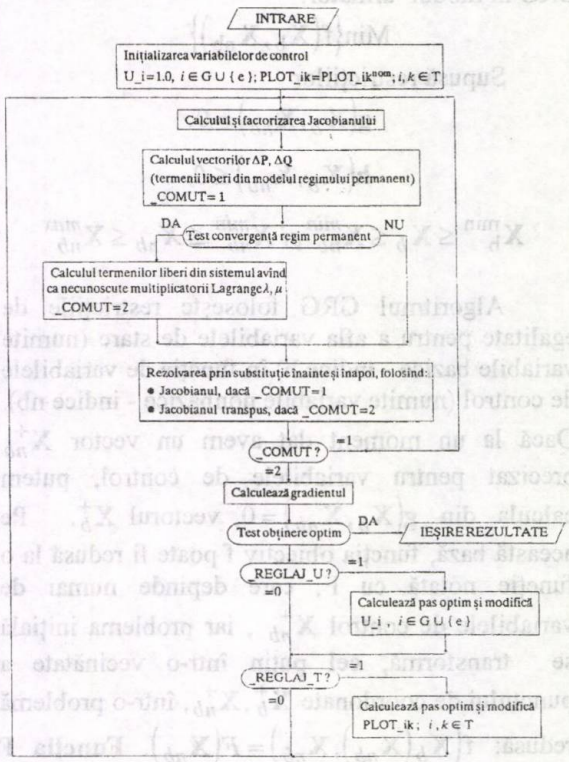


Fig.1. Schema logică simplificată a algoritmului Dommel-Tinney.

2.3. Metoda Algoritmul de Gradient Redus Generalizat (GRG)

Metoda de Gradient Redus Generalizat (GRG) pentru rezolvarea problemelor de programare matematică neliniară se datoreşte lui J. Abadie şi J. Carpantier şi a fost studiată începând cu anul 1965 [2], [3]. Metoda GRG este o

extindere naturală a metodei de gradient redus a lui Wolfe (1963 ... 1970), care rezolvă probleme cu restricţii liniare şi funcţii obiective neliniare. Mai recent, s-au dezvoltat o serie de versiuni ale GRG cum sunt GRG2 - datorat lui Lasdon [4], pentru probleme liniare generale, MINOS - datorat lui Saunders, pentru sisteme mari şi sparse cu restricţii liniare, şi LSGRG - dezvoltat de Lasdon şi Saunders, pentru sisteme mari şi sparse şi cu restricţii neliniare. Mai amintim aplicaţiile realizate de P.R. Gribik şi G. Gross în problema dispecerului economic, care propun o variantă modificată a metodei GRG pentru **controlul optim al tensiunii şi puterii reactive** (V/Q Optimization), problemă care a fost abordată şi în lucrarea de faţă.

Să considerăm modelul de bază, în general, pe care ne propunem să-l rezolvăm prin metoda de GRG în modul următor:

$$\mathrm{Min}\{f(\mathbf{X}_b, \mathbf{X}_{nb})\}$$

Supusă restricţiilor

$$\mathbf{g}(\mathbf{X}_b, \mathbf{X}_{nb}) = 0;$$

$$\mathbf{h}(\mathbf{X}_b, \mathbf{X}_{nb}) \le 0;$$

$$\mathbf{X}_b^{\min} \le \mathbf{X}_b \le \mathbf{X}_{nb}^{max} \text{ şi } X_{nb}^{min} \le X_{nb} \le \mathbf{X}_{nb}^{max}.$$

Algoritmul GRG foloseşte restricţiile de egalitate pentru a afla variabilele de stare (numite variabile bazice - indice b) în funcţie de variabilele de control (numite variabile nonbazice - indice nb). Dacă la un moment dat avem un vector $\mathbf{X}_{nb}^{+}$ precizat pentru variabilele de control, putem calcula din $\mathbf{g}(\mathbf{X}_b, \mathbf{X}_{nb}) = 0$, vectorul $\mathbf{X}_b^{+}$. Pe această bază, funcţia obiectiv f poate fi redusă la o funcţie notată cu F, care depinde numai de variabilele de control $\mathbf{X}_{nb}^{+}$, iar problema iniţială se transformă, cel puţin într-o vecinătate a punctului de coordonate $\mathbf{X}_b^{+}, \mathbf{X}_{nb}^{+}$, într-o problemă redusă: $f(\mathbf{X}_b(\mathbf{X}_{nb}), \mathbf{X}_{nb}) = F(\mathbf{X}_{nb})$. **Funcţia F este numită funcţie obiectiv redusă, iar gradientul său este numit gradient redus.** Gradientul funcţiei obiectiv va avea componente doar în spaţiul variabilelor nebazice (de control) şi ţine cont de restricţiile de egalizare caracteristice ecuaţiilor de bilanţ al puterilor nodale. Privitor la satisfacerea restricţiilor impuse, menţionăm că cele aferente variabilelor nebazice $\mathbf{X}_{nb}$ sunt mai uşor de mânuit, având în vedere că ne putem deplasa pe direcţia antigradientului cu un pas α, astfel încât să nu fie încălcată nici o restricţie impusă. Din prezentarea algoritmului, rezultă modul cum s-a generalizat metoda de gradient redus la manipularea restricţiilor funcţionale neliniare şi a restricţiilor impuse variabilelor bazice.

Prezentăm în continuare **Algoritmul Gradientului Redus Generalizat (GRG)** (fig 2).

1. Alege un punct iniţial admisibil $\mathbf{X}^0$. Pune contorul k al iteraţiilor la valoarea 0. Calculează şi memorează f_0, valoarea iniţială a funcţiei obiectiv.

2. Alege o bază iniţială din mulţimea admisibilă $\mathbf{X}^0$. Din rezultatele unui regim permanent admisibil se alege **mulţimea de bază:** $\mathbf{X}_b = \{U_i, i \in C^k ; \theta_i, i \in N\}$ şi respectiv **mulţimea variabilelor nebazice:** $\mathbf{X}_{nb} = \{ U_i, i \in G^k; T_{ij}, i \text{ şi } j \in T\}$. Variabilele dependente $Q_i, i \in G^k$ pot fi tratate eventual ca restricţii funcţionale. Cu G^k şi C^k notăm mulţimile de noduri (P, V), respectiv (P, Q), la fiecare iteraţie k.

3. Calculează Jacobianul la iteraţia k: $J^{\mathbf{k}} = \dfrac{\partial g}{\partial \mathbf{X}^{\mathbf{k}}}$.

4. Partiţionează matricea Jacobian în două submatrice aferente variabilelor bazice, respectiv nebazice : $\mathbf{J}^k = [\mathbf{J}_b ; \mathbf{J}_{nb}]$. Este de dorit ca baza să fie bine condiţionată şi desigur matricea $\mathbf{J}_b$ nesingulară

5. Calculează d, direcţia de căutare a minimului, în spaţiul variabilelor independente $\mathbf{X}_{nb}$ în următorii subpaşi:

- 5.1. **Calculează gradientul redus al funcţiei obiectiv f,** astfel:
- 5.1.1. Calculează gradientul funcţiei f: $\left(\dfrac{\partial f}{\partial \mathbf{X}_b}, \dfrac{\partial}{\partial \mathbf{X}_{nb}}\right)$.
- 5.1.2. Rezolvă sistemul următor în raport cu $\mathbf{U}: \mathbf{J}_b \cdot \mathbf{U} = \dfrac{\partial f}{\partial \mathbf{X}_{nb}}$.

5.1.3. Calculează gradientul redus al funcţiei F:

$$\frac{\partial F}{\partial \mathbf{X}_{nb}} = \frac{\partial f}{\partial \mathbf{X}_{nb}} - \mathbf{U}^t \cdot \mathbf{J}_{nb} = \frac{\partial f}{\partial \mathbf{X}_{nb}} - \left(\frac{\partial f}{\partial \mathbf{X}_{nb}}\right)^t \cdot \left(\left(\frac{\partial g}{\partial \mathbf{X}_b}\right)^{-1}\right)^t \cdot \frac{\partial g}{\partial \mathbf{X}_{nb}}.$$

• 5.2. **Calculează gradientul redus proiectat p,** cu relaţiile următoare, oricare "j"

$$p_j = 0, \text{ dacă } \mathbf{X}_{nb}(j) = \mathbf{X}^{\min}(j) \text{ şi } -\frac{\partial F}{\partial \mathbf{X}_{nb}} < 0,$$

$$p_j = 0, \text{ dacă } \mathbf{X}_{nb}(j) = \mathbf{X}^{\max}(j) \text{ şi } -\frac{\partial F}{\partial \mathbf{X}_{nb}} > 0,$$

$$p_j = -\frac{\partial F}{\partial \mathbf{X}_{nb}}(j).$$

Observaţie: Acest lucru este echivalent cu **partiţionarea variabilelor nonbazice** în **"s" variabile superbazice,** care sunt strict între limitele impuse şi nf = nb - s **variabile nonbazice,** $\mathbf{X}_{nf}$, care sunt egale cu una din limitele impuse (pe frontieră).

• 5.3. **Calculează direcţia de căutare în spaţiul variabilelor superbazice** folosind proiecţia gradientului redus.

6. Calculează lungimea pasului de căutare α:

• 6.1. **Calculează valoarea** α_M, care reprezintă lungimea pasului de căutare α pe direcţia calculată la pasul 5.3., pentru care prima variabilă superbazică îşi atinge una din limitele impuse.

• 6.2. Dacă $\alpha < \varepsilon_1$, atunci fixează variabila care a determinat alegerea lui α_M la pasul 6.1 pe limita atinsă, anulează componenta gradientului aferentă acestei variabile, apoi reia algoritmul de la pasul 5.3. Altfel, continuă cu pasul 6.3.

• 6.3. **Iniţializează structura de date pentru căutarea unidimensională,** (f_0, f_1,f_2, α_0,α_1, α_2) şi calculează α.

• 6.4. **Calculează variabilele** $\mathbf{X}^+_{nb} = \mathbf{X}_{nb} + \alpha \cdot \mathbf{d}$.

• 6.5. **Calculează şi refactorizează** $\mathbf{J}_b$.

• 6.6. **Apelează producerea Newton** pentru calculul variabilelor bazice $\mathbf{X}_b$, testând condiţiile de convergenţă.

• 6.7. Dacă procedura Newton a convers, având obţinute variabilele $\mathbf{X}^+_{nb}$ se execută: 6.7.1. Calculează şi memorează valoarea funcţiei obiectiv; 6.7.2. Testează admisibilitatea lui $\mathbf{X}^+_b$ şi memorează acest vector.

• 6.8. **Stabileşte noua valoarea a pasului** α după cum urmează:

• 6.8.1. Dacă procedura Newton nu a convers, pune $\alpha = \frac{\alpha}{2}$ şi testează noul α, după cum urmează:

* 6.8.1.1. Dacă $\alpha < \varepsilon_1$ atunci modifică baza şi mergi la pasul 4.

* 6.8.1.2. Altfel, continuă cu pasul 6.4.

• 6.8.2. Altfel, dacă procedura Newton a convers:

* 6.8.2.1. Dacă $\mathbf{X}^+_b$ este neadmisibil, se actualizează structura de date pentru căutarea unidimensională, se pune $\alpha = \frac{\alpha}{2}$ şi testează noul α în modul următor : 6.8.2.1.1. Dacă $\alpha < \varepsilon_1$ modifică baza şi mergi la pasul 4; 6.8.2.1.2. Altfel, continuă cu pasul 6.4.

* 6.8.2.2. Altfel, dacă $\mathbf{X}^+_b$ este admisibil, apelează procedura de căutare _unidimensională şi cu noul α mergi la pasul 7.

7. **Calculează,** pentru valoarea lui α rezultată din pasul 6.8.2.2., $\mathbf{X}^k_{nb}$ şi $\mathbf{X}^k_b$.

8. **Testează condiţia de STOP. Dacă nu** se verifică **reia algoritmul de la pasul 3.**

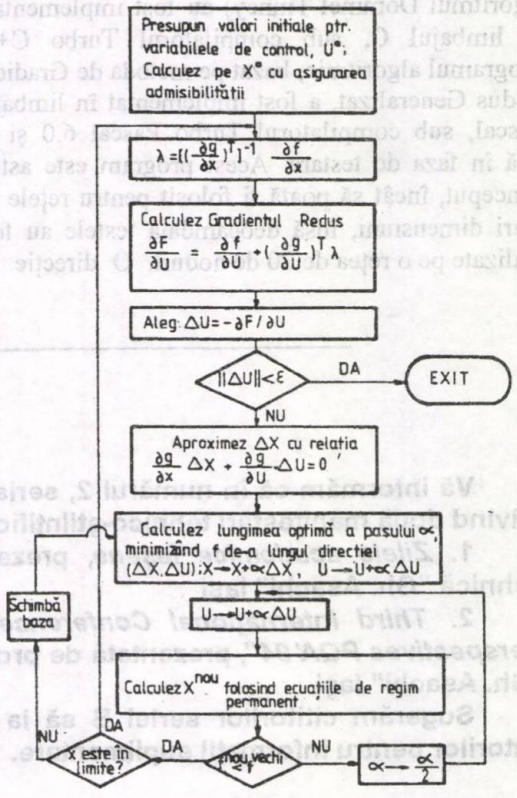


Fig.2. Organizarea simplificată a algoritmului de Gradient Redus Generalizat

Observaţie: În figura 2 s-a notat cu **X** vectorul $\mathbf{X}_b$ şi cu **U** vectorul $\mathbf{X}_{nb}$

Rezultate şi concluzii

Programul de optimizare a regimului permanent, implementat pe baza algoritmului Dommel-Tinney, este un program complex, care a fost testat pe mai multe sisteme reale, atât pentru reţele de înaltă tensiune, cât şi pentru cele de medie tensiune. Se poate aprecia că **s-a obţinut un program performant,** capabil să calculeze regimul permanent optimizat, inclusiv pentru reţele de mari dimensiuni. Acest program face parte dintr-un Mediu Integrat de Programe, realizat de un colectiv coordonat de prof. dr. ing. Eugeniu Potolea. **Ca performanţă de timp de calcul** precizăm că un regim permanent **pe reţeaua de 956 de noduri şi 1399 de laturi a SEN, pe un calculator IBM - PC - AT 486 durează 4 secunde,** iar **optimizarea unui regim necesită în medie 5 secunde/iteraţie** şi respectiv un număr de 15 - 20 de iteraţii, deci **un timp total de calcul sub 2 minute.** Programele aferente calculelor de regimuri şi optimizări (varianta bazată pe algoritmul Dommel-Tinney) au fost implementate în limbajul C, sub compilatorul Turbo C++. Programul algoritmic, bazat pe metoda de Gradient Redus Generalizat, a fost implementat în limbajul Pascal, sub compilatorul Turbo Pascal 6.0 şi se află în faza de testare. Acest program este astfel conceput, încât să poată fi folosit pentru reţele de mari dimensiuni, însă deocamdată testele au fost realizate pe o reţea de 30 de noduri. O direcţie de creştere a eficienţei mediilor de programare, în rezolvarea problemei controlului optim tensiune-putere reactivă (V/Q Optimization), o constituie unificarea tehnicilor algoritmice cu cele de tip sistem expert. Unificarea celor două tehnologii de programare presupune utilizarea în comun a unor zone de memorie, destinate datelor aferente modelului SEE şi rezultatelor diferitelor module de calcul, putându-se realiza elegant şi eficient prin intermediul programării orientate pe obiecte.

BIBLIOGRAFIE

[1] Dommel, H.W., Tinney, W. *Optimal Power Flower Solutions.* In: PAS 87.

[2] Abadie, J. *Integer and Nonlinear Programming.* North-Holland Publishing Company, Amsterdam.

[3] Carpentier, J., Gillon, A. ş.a *Real Time Optimal Power Flow for Application to Automatic Control.* In: Proc. 10 th, PSCC, Graz, Austria.

[4] Lasdon, L.S., Waren, A.D. *Generalized Reduced Gradient Software for Linearly and Nonlinearly Constrained Problems.* University of Texas.

[5] * * * *Numerical Recipes in C,* Cambridge University Press, 1989

[6] Constantinescu, J., Homoş, M. *Algoritm şi program pentru calculul regimurilor permanente ale sistemelor electroenergetice prin metoda decuplării.* In: Energetica, 24, nr.6, 1976, p. 212 - 216.

Referent de specialitate: ing Dragoş Petricică - ICEMENERG , Bucureşti

(Primit la 16 martie 1994, acceptat la 5 aprilie 1994)

Vă informăm că în numărul 2, seria A, din martie - aprilie 1995, au apărut două note privind două manifestări tehnico-ştiinţifice:

1. *Zilele academice ieşene*, prezentate de prof. dr. Dumitru Ivas - Universitatea Tehnică "Gh. Asachi" Iaşi

2. *Third Internaţional Conference on Power Quality "End-Use Applications and Perspectives PQA'94"*, prezentată de prof. dr. ing. Florin Munteanu - Universitatea Tehnică "Gh. Asachi" Iaşi

Sugerăm cititorilor seriei B să ia cunoştinţă şi, dacă este cazul, să se adreseze autorilor pentru informaţii suplimentare.

În lucrare se stabileşte o schemă electrică echivalentă simplă pentru autotransformatorul trifazat prevăzut cu înfăşurări terţiare şi unitate de regaj sub sarcină, schemă similară cu cea utilizată curent pentru transformatoarele cu trei înfăşurări . De asemenea, se stabileşte modelul matematic corespunzător. Printr-un parametru adecvat ales se evidenţiază în modelul matematic poziţia comutatorului de prize.

The paper presents a simple equivalent electric circuit to he used to the three-phase autotransformer provided with tertiary windings and under load control unit; the circuit is similar to the one that is currently used to three windings transformers. The adequate mathematic model is established hereia, as well. The position of the tap-comutator is pointed out in the mathematic model by a properly chosen parameter.

SCHEMĂ ECHIVALENTĂ ŞI MODEL MATEMATIC PENTRU AUTOTRANSFORMATOARE PREVĂZUTE CU INFĂŞURĂRI TERŢIARE ŞI UNITATE DE REGLAJ SUB SARCINĂ

prof.dr. ing. IULIU HEINRICH,
conf. dr. ing. VASILE DUŞA*

Descriptori : autotransformatoare, reglaje sub sarcină

Introducere

În cadrul sistemului energetic din ţară, pentru interconectarea reţelei de 400 kV cu reţelele de 220 kV se utilizează autotransformatoare trifazate de putere mare, prevăzute cu înfăşurări terţiare şi cu reglarea tensiunii sub sarcină. Se află în funcţiune asemenea autotransformator şi în varianta cu reglaj pe nul, însă varianta răspândită şi fabricată în ţară este cea de 400/400/160 MVA, 400/231 $\pm$ 12x1,25 %/22 kV, cu reglarea realizată printr-o unitate de reglaj, care intervine faţă de bornele de tensiune mai mică (231 kV) ale autotransformatorului principal nereglabil. Pentru asemenea autotransformatoare s-au elaborat studii [7], care lămuresc aspectele fundamentale ale comportării în funcţionare. Există, de asemenea, lucrări care prezintă modele matematice prin care aceste autotransformatoare se introduc în calculele de circulaţie de puteri în reţele complexe [1].

În cele ce urmează se elaborează o schemă electrică echivalentă pentru autotransformatorul trifazat prevăzut cu unitate de reglaj, care intervine la bornele de tensiune mai mică ale autotransformatorului principal nereglabil, schemă care prezintă noduri, laturi şi transformatoare ideale doar la unele borne de capăt ale schemei, iar modelul matematic corespunzător schemei înglobează printr-un parametru corespunzător ales poziţia sistemului de comutare de prize. Schema în cauză şi modelul matematic aferent au o formă care uşurează şi simplifică efectuarea diferitelor calcule şi prezintă grad ridicat de generalitate din acest punct de vedere.

1. Schema de principiu a autotransformatorului cu înfăşurări terţiare, asociat cu unitate de reglare

În figura 1 se prezintă schema de principiu a autotransformatorului cu reglaj aplicat faţă de bornele de tensiune mai mică ale autotransformatorului principal (ATP) nereglabil. Unitatea de reglare (UR) se compune dintr-un autotransformator de reglare (ATR), divizat în întregime în trepte prin prize şi un transformator suplimentar (TS).

Înfăşurările terţiare ale ATP (IT) sunt în conexiune triunghi. Acestor înfăşurări le corespund borne exterioare, la care se pot racorda circuite exterioare de consumator (de regulă se leagă la ele bobine de compensare); pe de altă parte, la aceste înfăşurări se leagă ATR, care are, de asemenea, înfăşurările legate în triunghi. Se menţionează că la bornele exterioare ce corespund înfăşurărilor terţiare se pot conecta,în principiu, şi circuite de sursă. Din cele arătate rezultă că o parte din

* Facultatea de Electrotehnică, Universitatea Tehnică din Timişoara

puterea înfăşurărilor terţiare ale ATP este destinată sistemului de reglare.

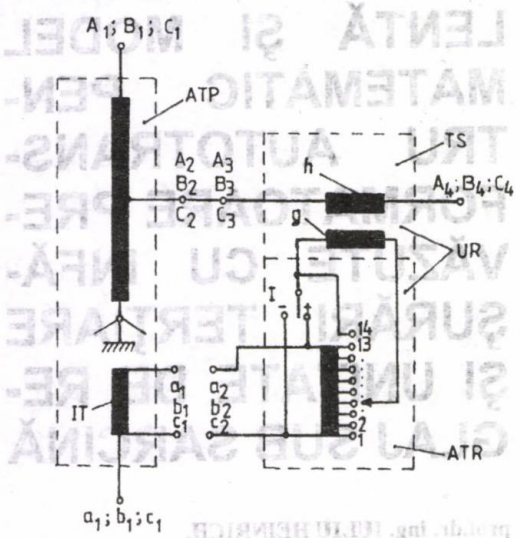


Fig.1. Schemă de principiu

Prin realizarea adecvată a legăturilor dintre bornele a_1, b_1, c_1 ale înfăşurărilor terţiare ale ATR şi bornele a_2, b_2, c_2 ale ATR, se poate obţine ca tensiunile de reglare ale înfăşurărilor *h* ale TS să fie în fază (sau opoziţie de fază) faţă de tensiunile ATP de la bornele A_2, B_2, C_2, respectiv defazate faţă de acestea din urmă cu $+120^0$ (sau -60^0), respectiv -120^0 (sau $+60^0$). Astfel se poate realiza reglaj longitudinal, respectiv reglaj longo-transversal de $+120^0$ sau -120^0. Schema detaliată a UR se prezintă în [8]. În figura 1 s-au introdus numerotarea prizelor ATR şi cele două poziţii (marcate cu"+" şi"-") ale inversorului I.

În figura 2 se arată variantele de legare a bornelor a_1, b_1, c_1 cu a_2, b_2, c_2 pentru diferitele tipuri de reglaj şi corespunzător modul de aplicare a tensiunilor de reglaj faţă de tensiunile de la bornele A_2, B_2, C_2 ale ATP. În diagramele fazoriale se arată tensiunile de la bornele A_1, B_1, C_1, de asemenea cele de la bornele A_2, B_2, C_2 ale ATP , aceleaşi cu cele de la bornele A_3, B_3, C_3 ale TS. Vârfurile fazorilor tensiunilor reglate, deci ale tensiunilor la bornele A_4, B_4, C_4, se deplasează pe dreptele cuprinse între punctele 1 şi 13, în funcţie de poziţiile "+" sau "-" ale inversorului I şi de priza pe care stă cursorul comutatorului de prize. În figură s-au marcat punctele corespunzătoare poziţiilor extreme ale sistemelor de comutare de prize, deci comutatorul pe priza 1 cu inversorul în poziţia "+", comutatorul pe priza 14, fie în poziţia "+", fie în poziţia "-" a inversorului, şi comutatorul pe priza 13 cu poziţia "-" a inversorului. În cazul reglajului longo-transversal tensiunile la bornele A_4 ,B_4,C_4 sunt defazate faţă de tensiunile de la bornele A_1 , B_1, C_1. Defazajul maxim ce se obţine în cazul autotransformatorului de 400 MVA, 400 kV este de aproximativ 7^0, respectiv 8^0, aşa cum se arată în figurile 2 *b* şi 2 *c*.

2. Schema electrică a autotransformatorului cu înfăşurări terţiare, asociat cu unitate de reglare

Autotransformatorul principal nereglabil, prevăzut cu înfăşurări terţiare, ca şi un transformator cu

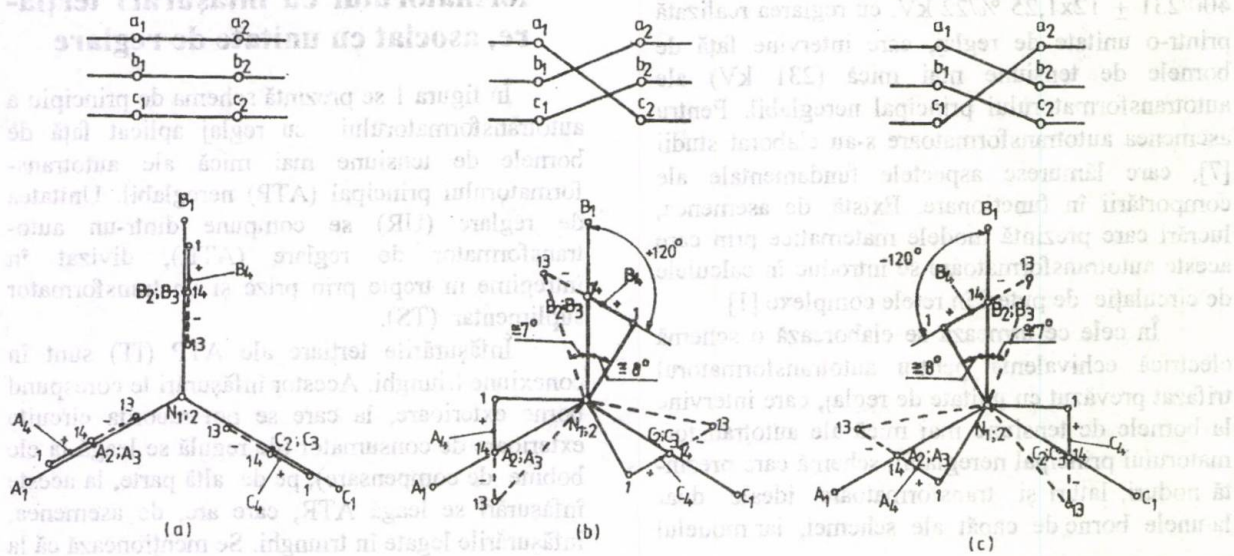


Fig.2. Diagrame fazoriale ale tensiunilor: a - reglaj longitudinal; b - reglaj longo-transversal la $+120^0$; c - reglaj longo-transversal la -120^0.

trei înfăşurări, se poate reprezenta printr-o schemă electrică compusă din trei impedanţe longitudinale şi o impedanţă transversală (impedanţa de magnetizare) [2, 3, 4]. Transformatorul suplimentar TS (vezi fig.1) funcţionează într-un regim particular. Astfel, acestui transformator îi este impusă tensiunea la bornele înfăşurărilor *g*, care depinde de poziţia sistemului de comutare de prize; de asemenea, îi sunt impuşi curenţii prin înfăşurările *h* , care sunt determinaţi de transferul de putere între bornele A_1, B_1, C_1 şi bornele A_4, B_4, C_4. Dacă comutatorul de prize stă în poziţia în care tensiunea impusă înfăşurărilor *g* este nulă, transformatorul TS funcţionează cu înfăşurările *g* în scurtcircuit, iar prin înfăşurările *h* trec curenţii impuşi de transferul de putere amintit mai sus. În această situaţie, înfăşurările *g* sunt parcurse de curenţii determinaţi de raportul de transformare al TS. Schema electrică care ţine cont de cele arătate mai sus este prezentată în figura 3.

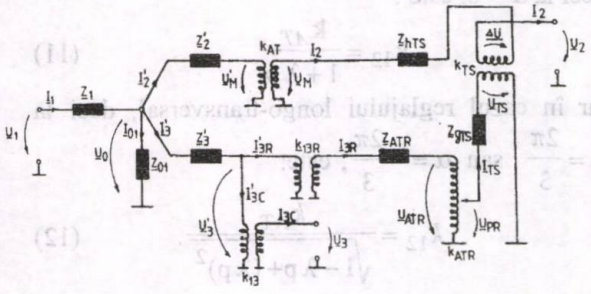


Fig.3. Schema electrică a ATP + UR.

În figura 3 $\underline{U}_1$ este tensiunea la bornele A_1, B_1, C_1, $\underline{U}_M$ la bornele A_2, B_2, C_2, $\underline{U}_3$ la bornele înfăşurărilor terţiare a_1, b_1, c_1 , iar $\underline{U}_2$ la bornele A_4, B_4, C_4. Impedanţele $\underline{Z}_1, \underline{Z}_2', \underline{Z}_3'$ şi $\underline{Z}_{01}$ sunt cele ale ATP, reduse la tensiunea U_1. $\underline{Z}_{hTS}$ şi $\underline{Z}_{gTS}$ sunt impedanţele corespunzătoare rezistenţelor şi reactanţelor de dispersie ale înfăşurărilor *h* şi *g* ale TS. $\underline{Z}_{ATR}$ este impedanţa longitudinală a ATR, raportată la tensiunea nominală a acestuia de la bornele a_2, b_2, c_2. $\underline{Z}_{ATR}$ depinde de poziţia comutatorului de prize şi astfel considerarea acestei impedanţe în calcule ridică dificultăţi deosebite. Impedanţele de magnetizare ale ATR şi TS în figura 3 sunt neglijate.

În schema din figura 3 apar rapoartele de transformare ale ATP:

$$k_{AT} = \frac{U_1}{U_{Mo}}; \quad k_{13} = \frac{U_1}{U_{30}}, \qquad (1)$$

cele ale ATR şi TS, de asemenea raportul de transformare complex:

$$\underline{k}_{13R} = \frac{\underline{U}_1}{\underline{U}_{ATRo}} = k_{13} e^{j\alpha}. \qquad (2)$$

Indicele "o" marchează faptul că tensiunile din expresiile rapoartelor de transformare sunt considerate în regimul de mers în gol al autotransformatorului. Valorile lui α , conform celor arătate mai înainte, sunt:

α = o pentru reglaj longitudinal,

$\alpha = \frac{2\pi}{3}$ pentru reglaj longo-transversal de + 120^0,

$\alpha = -\frac{2\pi}{3}$ pentru reglaj longo-transversal de - 120^0.

Pe baza relaţiilor care se pot scrie pentru tensiunile şi curenţii din schema din figura 3, această schemă se poate transforma în cea din figura 4 [6] unde,

$$\underline{Z}_{TS}' = k_{AT}^2 \underline{Z}_{hTS} + \frac{k_{AT}^2}{k_{TS}^2} \underline{Z}_{gTS},$$ care este impedanţa de scurtcircuit a TS, redusă la nivelul de tensiune U_1;

$\underline{Z}_{ATR}' = k_{13}^2 \underline{Z}_{ATR}$, care este impedanţa de scurtcircuit a ATR, redusă la nivelul de tensiune U_1.

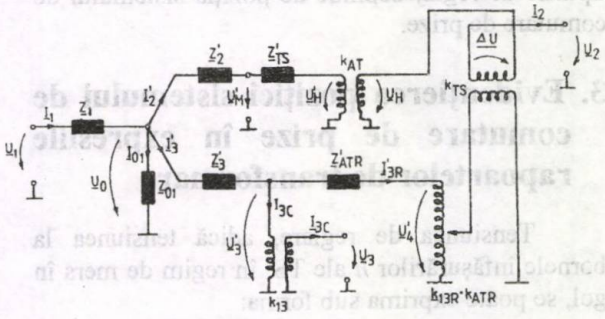


Fig.4.Schema electrică a ATP+UP cu toţi parametrii reduşi la tensiunea U_1.

Se remarcă faptul că tensiunea U_H din figura 4, în regimul de sarcină al ATP + UR nu reprezintă o tensiune măsurabilă, ci este o mărime de calcul. Tensiunea reală de la bornele de tensiune mai mică ale ATP, redusă la nivelul de tensiune U_1, este U_M'. La fel se pune problema şi în raport cu tensiunea U_4'.

În figura 4 autotransformatorul ideal cu raportul de transformare $\underline{k}_{13R} \cdot k_{ATR}$ se cuplează

direct cu TS. Ca urmare se poate defini raportul de transformare global:

$$\underline{k}_R = \frac{\underline{U}_1}{\underline{\Delta U}_o} = \underline{k}_{13R} \cdot k_{ATR} \cdot k_{TS}, \quad (3)$$

care în cadrul reglajului longo-transversal este o mărime complexă. Acest raport de transformare se mai poate scrie sub forma:

$$\underline{k}_R = \frac{U_1}{\Delta U_o} e^{j\alpha} \text{ cu } \alpha = 0 \text{ sau } \frac{2\pi}{3} \text{ sau } -\frac{2\pi}{3} \quad (4)$$

O mărime importantă pentru ATP+UR este raportul de transformare care apare între bornele principale , adică cele de tensiune U_1 şi cele de tensiune U_2, adică:

$$\underline{k}_{12} = \frac{\underline{U}_1}{\underline{U}_{20}}. \quad (5)$$

Având:

$$\underline{U}_{20} = \underline{U}_{Ho} + \underline{\Delta U}_o = \frac{\underline{U}_1}{k_{AT}} + \frac{\underline{U}_1}{\underline{k}_R}.$$

rezultă:

$$\underline{k}_{12} = \frac{k_{AT}\underline{k}_R}{k_{AT} + \underline{k}_R} \quad (6)$$

Evident, în cazul reglajului longitudinal, k_{12} este o mărime reală, în cazul reglajului longo-transversal o mărime complexă, dar la toate tipurile de reglaj depinde de poziţia sistemului de comutare de prize.

3. Evidenţierea poziţiei sistemului de comutare de prize în expresiile rapoartelor de transformare

Tensiunea de reglare, adică tensiunea la bornele înfăşurărilor *h* ale TS, în regim de mers în gol, se poate exprima sub forma:

$$\Delta U_o = \lambda p U_{Mo}, \quad (7)$$

unde, conform datelor de catalog ale ATP + UR (de 400 MVA şi 400 kV) p = 0,0125, numărul treptelor de reglare este 12, deci λ poate varia între limitele λ = -12 ... 0 ... +12. Valoarea absolută a lui λ depinde de poziţia comutatorului de prize, iar semnul lui λ de poziţia inversorului sistemului de reglare.

Ţinând cont de relaţiile (1) şi (7), raportul de transformare $\underline{k}_R$ dat de rel. (4) se poate exprima sub forma:

$$\underline{k}_R = \frac{k_{AT}}{\lambda p} e^{j\alpha}. \quad (8)$$

Modulul lui $\underline{k}_R$, atât în cazul reglajului longitudinal, deci la α = 0, cât şi în cazul reglajului longo-transversal, deci la $\alpha = \frac{2\pi}{3}$ sau $\alpha = -\frac{2\pi}{3}$, este:

$$k_R = \frac{k_{AT}}{\lambda p}. \quad (9)$$

Ţinând cont de relaţiile (1), (4) şi (7), raportul de transformare $\underline{k}_{12}$ dat de rel. (4) se poate exprima sub forma:

$$\underline{k}_{12} = \frac{k_{AT}}{1 + \lambda p\, e^{-j\alpha}}. \quad (10)$$

Modulul lui $\underline{k}_{12}$ în cazul reglajului longitudinal, deci la α = 0, este :

$$k_{12} = \frac{k_{AT}}{1 + \lambda p}, \quad (11)$$

iar în cazul reglajului longo-transversal, deci la $\alpha = \frac{2\pi}{3}$ sau $\alpha = -\frac{2\pi}{3}$, este:

$$k_{12} = \frac{k_{AT}}{\sqrt{1 - \lambda p + (\lambda p)^2}}. \quad (12)$$

4. Schema electrică echivalentă a autotransformatorului cu înfăşurări terţiare, asociat cu unitate de reglare

Ansamblul ATP + UR are spre exterior bornele A_1, B_1, C_1 de tensiune U_1, A_4, B_4, C_4 de tensiune U_2 şi a_1, b_1, c_1 de tensiune U_3 (fig.1). În vederea obţinerii pentru acest ansamblu a unei scheme electrice echivalente simple, formată din trei impedanţe longitudinale, o impedanţă transversală şi transformatoare ideale, schemă similară cu cea utilizată curent pentru transformatoarele obişnuite cu trei înfăşurări [2, 3], se determină impedanţele de scurtcircuit ale ansamblului ATP + UR. În acest scop, se consideră relaţiile de mai jos, scrise pe baza schemei din figura 4, dar fără să se ţină cont de ramura transversală cu impedanţa $\underline{Z}_{o1}$:

$$\underline{U}_1=\underline{I}_1\underline{Z}_1+\underline{U}_o \qquad k_{AT}=\frac{\underline{U}'_H}{\underline{U}_H}=\frac{\underline{U}_1}{\underline{U}_{Ho}};\ k_{13}=\frac{U_1}{U_{30}}$$

$$\underline{U}_o=\underline{I}'_2(\underline{Z}'_2+\underline{Z}'_{1S})+\underline{U}'_H$$

$$\underline{U}_o=\underline{I}'_3\underline{Z}'_3+\underline{U}_3 \qquad \underline{k}_R=\frac{\underline{U}'_4}{\Delta\underline{U}}=\frac{\underline{U}_1}{\Delta\underline{U}_o};\ k_{AT}=\frac{I_2}{I'_2}$$

$$\underline{U}'_3=\underline{I}'_{3R}\underline{Z}'_{ATR}+\underline{U}'_4$$

$$\underline{I}_1=\underline{I}'_2+\underline{I}'_3$$

$$\underline{I}'_3=\underline{I}'_{3c}+\underline{I}_{3R} \qquad \underline{k}_{12}=\frac{\underline{U}_1}{\underline{U}_{20}}=\frac{k_{AT}\underline{k}_R}{k_{AT}+\underline{k}_R};\ \underline{k}^*_R=\frac{I_2}{\underline{I}'_{3R}}$$

$$\underline{U}_H+\Delta\underline{U}=\underline{U}_2 \qquad (13)$$

În vederea determinării impedanţelor de scurtcircuit ale ansamblului ATP + UR, acestea se consideră în regimuri de funcţionare particulare.

Astfel, considerând ATP + UR alimentat la bornele de tensiune U_1, scurtcircuitat la bornele de tensiune U_2 şi în regim de mers în gol la bornele de tensiune U_3 , adică $U_2 = 0$ şi $I_{3c} = 0$ (deci $I'_3 = I'_{3R}$), din relaţiile (13) se deduce:

$$\underline{Z}_{sc12}=\frac{\underline{U}_1}{\underline{I}_1}=\underline{Z}_1+\frac{k_R^2}{K^2}(\underline{Z}'_2+\underline{Z}'_{TS})+\frac{k_{AT}^2}{K^2}(\underline{Z}'_3+\underline{Z}'_{ATR}), \qquad (14)$$

în care: $K^2=(k_{AT}+\underline{k}_R)(k_{AT}+\underline{k}^*_R)$.

Ţinând cont de relaţiile (8) şi (9), rezultă că K^2 este o mărime reală. În cazul reglajului longitudinal, deci la $\alpha = 0$:

$$K^2=(k_{AT}+k_R)^2=\left[\frac{k_{AT}}{\lambda p}\right]^2(1+\lambda p)^2, \qquad (15)$$

iar în cazul reglajului longo-transversal, deci la $\alpha=\frac{2\pi}{3}$ sau $\alpha=-\frac{2\pi}{3}$:

$$K^2=k_{AT}^2-k_{AT}k_R+k_R^2=\left[\frac{k_{AT}}{\lambda p}\right]^2\cdot\left[1-\lambda p+(\lambda p)^2\right] \qquad (16)$$

Considerând ATP + UR alimentat la bornele de tensiune U_1, scurtcircuitat la bornele de tensiune U_3 şi în regim de mers în gol la bornele de tensiune U_2 , adică $U'_3=0$ (deci $I'_{3R}=0$) , şi $I_2=0$ din relaţiile (13) se deduce:

$$\underline{Z}_{sc13}=\frac{\underline{U}_1}{\underline{I}_1}=\underline{Z}_1+\underline{Z}'_3 \qquad (17)$$

Considerând ATP+UR alimentat la bornele de tensiune U_2 , scurtcircuitat la bornele de tensiune U_3 şi în regim de mers în gol la bornele de tensiune U_1 , adică $U'_3=0$ şi $I_1=0$, din relaţiile (13) se deduce:

$$\underline{Z}_{sc23}=\frac{\underline{U}_2}{-\underline{I}_2}=\frac{1}{k_{AT}^2}(\underline{Z}'_2+\underline{Z}'_3+\underline{Z}'_{TS})+\frac{1}{k_R^2}\underline{Z}'_{ATR} \qquad (18)$$

Semnul "-" în faţa lui I_2 apare deoarece în regimul din urmă, considerat ATP + UR, la bornele de tensiune U_2 este circuit receptor, iar în schema din figura 4 sensul pozitiv al lui I_2 este pentru circuit de sursă. Z_{sc23} în forma din rel. (18) este redusă la tensiunea U_2.

Cu ajutorul impedanţelor de scurtcircuit ale ATP + UR, cu utilizarea relaţiilor:

$$\underline{Z}_{I}=\frac{\underline{Z}_{sc12}+\underline{Z}_{sc13}-\underline{Z}'_{sc23}}{2}$$

$$\underline{Z}_{II}=\frac{\underline{Z}_{sc12}+\underline{Z}'_{sc23}-\underline{Z}_{sc13}}{2} \qquad (19)$$

$$\underline{Z}_{III}=\frac{\underline{Z}_{sc13}+\underline{Z}'_{sc23}-\underline{Z}_{sc12}}{2}$$

se determină impedanţele $\underline{Z}_I, \underline{Z}_{II}$ şi $\underline{Z}_{III}$ cu care se formează schema electrică echivalentă simplă, pentru ATP + UR, prezentată în figura 5.

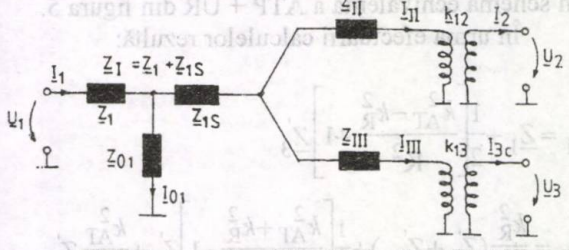


Fig.5. Schema electrică echivalentă a ATP + UR.

În cele ce urmează se va constata că $\underline{Z}_I$ prezintă două componente, dintre care una este $\underline{Z}_1$, ceea ce permite ca în figura 5 impedanţa transversală $\underline{Z}_{o1}$ să fie amplasată similar cu cea din figura 4.

În relaţiile (19), Z'_{sc23} este impedanţa de scurtcircuit dată de rel. (18), redusă la tensiunea U_1. Factorul de reducere corespunzător rezultă din cele ce urmează. Considerând o impedanţă

oarecare $\underline{Z}$ redusă la tensiunea $\underline{U}_2$, ea trebuie amplasată în figura 5 în circuitul parcurs de curentul $\underline{I}_2$. Aceeaşi impedanţă redusă la tensiunea $\underline{U}_1$, $\underline{Z}'$, trebuie amplasată în circuitul parcurs de curentul $\underline{I}_{II}$ în figura 5. Raportul curenţilor $\underline{I}_2$ şi $\underline{I}_{II}$ (ţinând cont de rel. (6) şi (8)) este:

$$\frac{\underline{I}_2}{\underline{I}_{II}} = \underline{k}_{12} = \frac{k_{AT}\,\underline{k}_R^*}{k_{AT}+\underline{k}_R^*} = \frac{k_{AT}}{1+\lambda p e^{j\alpha}} \quad (20)$$

Astfel: $\underline{Z}' = \underline{k}_{12}\cdot\underline{k}_{12}^*\underline{Z} = \frac{k_{AT}^2 k_R^2}{K^2}\underline{Z}$ (21)

Deci factorul de reducere căutat este $\frac{k_{AT}^2 k_R^2}{K^2}$. Înmulţind expresia lui $\underline{Z}_{sc23}$, dată de rel. (18), cu factorul de reducere de mai sus, se obţine această impedanţă se scurtcircuit redusă la tensiunea $\underline{U}_1$:

$$\underline{Z}'_{sc23} = \frac{k_R^2}{K^2}(\underline{Z}'_2+\underline{Z}'_3+\underline{Z}'_{TS})+\frac{k_{AT}^2}{K^2}\underline{Z}'_{ATR} \quad (22)$$

Cu relaţiile (14), (17), (22) şi (19) se determină expresiile impedanţelor $\underline{Z}_I, \underline{Z}_{II}, \underline{Z}_{III}$ din schema echivalentă a ATP + UR din figura 5.

În urma efectuării calculelor rezultă:

$$\underline{Z}_I = \underline{Z}_1 + \frac{1}{2}\left[\frac{k_{AT}^2-k_R^2}{K^2}+1\right]\underline{Z}'_3$$

$$\underline{Z}_{II} = \frac{k_R^2}{K^2}(\underline{Z}'_2+\underline{Z}'_{TS})+\frac{1}{2}\left[\frac{k_{AT}^2+k_R^2}{K^2}-1\right]\underline{Z}'_3+\frac{k_{AT}^2}{K^2}\underline{Z}'_{ATR}$$

$$\underline{Z}_{III} = \frac{1}{2}\left[\frac{k_R^2-k_{AT}^2}{K^2}+1\right]\underline{Z}'_3 \quad (23)$$

Menţionând că rel. (23) sunt valabile atât la reglaj longitudinal, cât şi la reglaj longo-transversal, în cazul reglajului longitudinal, ţinând cont că $K^2 = (k_{AT}+k_R)^2$, rel. (23) obţin forma mai simplă:

$$\underline{Z}_I = \underline{Z}_1 + \frac{k_{AT}}{k_{AT}+k_R}\underline{Z}'_3$$

$$\underline{Z}_{II} = \left[\frac{k_R}{k_{AT}+k_R}\right]^2(\underline{Z}'_2+\underline{Z}'_{TS})-\frac{k_{AT}k_R}{(k_{AT}+k_R)^2}\underline{Z}'_3+$$

$$+\left[\frac{k_{AT}}{k_{AT}+k_R}\right]^2\underline{Z}'_{ATR}$$

$$\underline{Z}_{III} = \frac{k_R}{k_{AT}+k_R}\underline{Z}'_3 \quad (24)$$

În scopul evidenţierii poziţiei sistemului de comutare de prize în expresiile impedanţelor $\underline{Z}_I, \underline{Z}_{II}, \underline{Z}_{III}$ se ţine cont de relaţiile (15) şi (16). Astfel, **pentru reglajul longo-transversal** pe baza relaţiilor (23) şi a rel. (16) rezultă:

$$\underline{Z}_I = \underline{Z}_1 + \frac{(\lambda p)^2-\frac{\lambda p}{2}}{1-\lambda p+(\lambda p)^2}\underline{Z}'_3$$

$$\underline{Z}_{II} = \frac{1}{1-(\lambda p)+(\lambda p)^2}\left[\underline{Z}'_2+\underline{Z}'_{TS}+\frac{\lambda p}{2}\underline{Z}'_3+(\lambda p)^2\underline{Z}'_{ATR}\right]$$

$$\underline{Z}_{III} = \frac{-\frac{\lambda p}{2}+1}{1-(\lambda p)+(\lambda p)^2}\underline{Z}'_3$$

iar **pentru reglajul longitudinal,** pe baza rel.(24) şi a rel.(15) rezultă:

$$\underline{Z}_I = \underline{Z}_1 + \frac{\lambda p}{1+\lambda p}\underline{Z}'_3$$

$$\underline{Z}_{II} = \frac{1}{(1+\lambda p)^2}\left[\underline{Z}'_2+\underline{Z}'_{TS}-\lambda p\,\underline{Z}'_3+(\lambda p)^2\underline{Z}_{ATR}\right]$$

$$\underline{Z}_{III} = \frac{1}{1+\lambda p}\underline{Z}'_3 \quad (26)$$

Raportul curenţilor $\underline{I}_2$ şi $\underline{I}_{II}$ este dat de rel. (20), care în cazul reglajului longitudinal ia expresia dată de rel.(11).

Concluzii

În lucrare se prezintă o schemă electrică echivalentă simplă (fig.5) pentru ATP + UR, similară cu cea folosită pentru transformatoarele cu trei înfăşurări, iar modelul matematic corespunzător este dat de rel. (23) şi (25) pentru cazul

reglajului longo-transversal şi rel. (24), respectiv rel. (26) pentru cazul reglajului longitudinal. Rapoartele de transformare din schema din figura 5 sunt date de relaţiile (1), (10), (11) şi (12). În relaţiile (25) şi (26), prin mărimea λ se evidenţiază poziţia sistemului de comutare de prize.

Impedanţele din modelul matematic prezentat, cu excepţia lui $\underline{Z}_{ATR}$, sunt invaria-bile în raport cu poziţia sistemului de comutare de prize şi sunt reduse la tensiunea U_1. Ele se pot determina din datele de catalog ale ATP şi TS. Impedanţa $\underline{Z}_{ATR}$ variază în raport cu poziţia sistemului de comutare de prize. Deoarece această impedanţă este foarte mică, în calcule ea se neglijează.

BIBLIOGRAFIE

[1] Beliakov, Iu. C. *Schema echivalentă a autotransformatorului cu transformator de reglare.* In: Elektricestvo, 1988 nr.5.

[2] Dordea, T. *Maşini electrice.* Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1970.

[3] Galan, N., Ghiţă, C., Cistelecan, M. *Maşini electrice.* Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1981.

[4] Heinrich, I., Gheju, P. *Consideraţii asupra schemei echivalente a unui autotransformator cu înfăşurare terţiară.* In: Buletinul tehnic şi ştiinţific al Institutului "Traian Vuia" Timişoara. Tom. 33(47). Fascicula 1-2. 1988.

[5] Heinrich, I., Gheju, P., Duşa, V. *Schema echivalentă şi model matematic al autotransformatorului cu înfăşurare terţiară, prevăzut cu unitate de reglare sub sarcină.* Simpozionul de energetică, Timişoara, 1988.

[6] Heinrich, I., Gheju, P., Duşa, V. *Consideraţii asupra schemei electrice a autotransformatoarelor de mare putere prevăzute cu unitate de reglare a tensiunii sub sarcină.* Simpozionul de electroenergetică, Oradea, 1993.

[7] Ionescu, S., Cristovici, A., Bogdan, A. *Regimuri admisibile de funcţionare şi scheme echivalente ale autotransformatoarelor de 400/231 kV.* In: Studii şi cercetări în energetică şi electrotehnică. Tom 23, 1973 nr.3.

[8] Preda L., Heinrich I., Buhuş P., Ivas D., Gheju P. *Staţii şi posturi electrice de transformare.* In: Editura Tehnică, Bucureşti, 1988.

Referent: prof. dr. ing. Eugeniu Potolea - Universitatea "Politehnica" Bucureşti

(Primit la 6 septembrie 1993, acceptat la 4 februarie 1994)

COMENTARIU. Lucrarea prezintă interes teoretic, deoarece demonstrează schema echivalentă (fig.5) a transformatorului cu raport complex de transformare. Ar putea avea interes practic dacă s-ar fi prezentat şi valorile numerice ale parametrilor pentru transformatoarele care sunt instalate în sistemul electroenergetic naţional.

Dacă se calculează impedanţele din relaţiile (1*a*) pentru un transformator clasic se constată că una din impedanţele $\underline{Z}_I, \underline{Z}_{II}, \underline{Z}_{III}$ este neglijabilă faţă de celelalte şi faţă de impedanţele reţelei. În consecinţă, una dintre impedanţele schemei echivalente este nulă, iar admitanţa corespunzătoare devine infinită.

Schema echivalentă din figura 5 trebuie modificată dacă se urmăreşte calculul regimurilor cu metoda tensiunilor nodale.

Se demonstrează că transformatorul cu trei înfăşurări este echivalent cu două transformatoare cu câte două înfăşurări şi se utilizează relaţiile clasice pentru calculul admitanţelor nodale

$$Y_{ii} = \sum_{j=1}^{n} Y_{ij}\,; \qquad Y_{ij} = -Y_{ij} K_{ij}\,; \qquad i = 1,\ 2 \ldots n,$$

unde : Y_{ij} este admitanţa laturei i - j , văzută de la nodul i; K_{ij} -operatorul de transformatoare de la extremitatea j a laturii i - j; n -numărul nodurilor din reţeaua electroenergetică.

prof. dr. ing. Eugeniu Potolea

RĂSPUNSUL AUTORILOR. 1. Autorii consideră că parametrii menţionaţi în comentariul dl. prof. E. Potolea sunt prezentaţi deseori în literatura tehnică.

2. Nici una din impedanţele schemei echipamente (Z_I,Z_{II},Z_{III}) nu rezultă neglijabile. Poate rezulta o valoare neglijabilă pentru una din impedanţele care caracterizează autotransformatorul principal ATP (Z_1 ,Z_2,Z_3).

3. Lucrarea se rezumă la cele precizate în titlu. Modificarea de schemă sugerată în comentariu se poate face prin metodele bine cunoscute, dacă se urmăreşte calculul regimurilor cu metodele tensiunilor nodale.

SISTEM EXPERT PENTRU PRESELECTAREA CONTINGENŢELOR PERICULOASE

ş.l. dr. ing., mat. SORIN PĂTRĂŞCOIU,
conf. dr. ing. SORIN HURDUBEŢIU *

În acest articol este prezentat un sistem expert, denumit CONTING, utilizat pentru preselectarea contingenţelor periculoase atunci când este cunoscut un regim permanent de funcţionare al unui sistem electroenergetic. Selectarea se face pe baza unui indicator de periculozitate definit pentru noduri şi laturi. CONTING este dezvoltat sub un sistem expert cadru (ale cărui facilităţi de programare sunt prezentate), putând fi cuplat cu un program de calcul al regimului permanent. În final este prezentat un exemplu de calcul pentru o reţea cu 29 de noduri.

The paper presents an expert system named CONTING, used to preselect dangerous contingencies if an operational steady-state power flow solution is known. The selection is made according to a severity index defined for nodes and branches. CONTING is developed under a frame expert system (whose programming availabilities are presented), beeing possible to couple it with a load-flow programme. Finally a computation example for a 29 nodes network, is presented.

Descriptori: sisteme expert, contingenţe, sisteme electroenergetice

Introducere

În exploatarea sistemelor electroenergetice (SEE) se constată o accentuare a încercărilor de a optimiza operaţiile efectuate, menţinând totodată securitatea sistemului şi calitatea alimentării consumatorilor . Creşterea cererilor în condiţiile în care nu s-au mai realizat investiţii importante în producerea şi transportul energiei, pe de o parte, şi interconectarea sistemelor electroenergetice, pe de altă parte, a dus la creşterea complexităţii operaţiilor în SEE. Aceste realităţi reprezintă "forţele" care au dus la dezvoltarea unor programe de calcul din ce în ce mai sofisticate, care să asiste operatorii de sistem la luarea deciziilor de conducere operativă.

În ultimii ani, tehnologia sistemelor de baze de cunoştinţe a dus la dezvoltarea unor paradigme de programare şi a unor programe numite "sisteme expert", cu ajutorul cărora au putut fi abordate probleme din domenii unde programele de calcul algoritmice tradiţionale nu satisfăceau.

După dezvoltarea mai multor asemenea sisteme expert pentru exploatarea SEE, s-a pus problema creării de medii hibride, care să asigure integrarea metodelor, precum şi schimbul de date între modulele software dezvoltate sub paradigme diferite. Această problemă nu este unică pentru aplicaţiile din domeniul sistemelor energetice, fiind tratată în literatura de specialitate ca o problemă generală din domeniul Inteligenţei Artificiale (IA) [5].

O metodă de integrare a unor astfel de module software este prezentată în articolul de faţă; ea are avantajul că utilizează unele programe existente fără a le aduce nici o modificare esenţială, integrarea făcându-se pe principiul fluxului comun de date.

1. Analiza contingenţială

În literatura de specialitate, prin **analiză contingenţială** se înţelege o operaţie aplicativă software într-un sistem de management al energiei, în scopul de a da o indicaţie despre ceea ce s-ar putea întâmpla sistemului energetic în cazul avarierii unui echipament.

Aplicarea acestui tip de analiză permite operatorului să răspundă cât mai corect la întrebări de tipul "Care va fi starea sistemului dacă

* Universitatea "Politehnica" din Bucureşti

echipamentul X se va defecta?" şi să prevadă măsurile ce trebuie luate în astfel de situaţii pentru a împiedica înrăutăţirea stării de funcţionare a sistemului sau, în cazurile extreme, prăbuşirea sistemului .

Contingenţele tipice pentru un sistem electroenergetic sunt reprezentate de pierderea unor unităţi generatoare sau a unor echipamente de transmisie (linii de transport, transformatoare, sisteme de bare). Contingenţele pot apărea sub forma defectării unui singur echipament sau sub forma de defectări multiple, atunci când se ţine seama şi de acţiunea automatizărilor şi releelor . Cauzele apariţiei unor astfel de contingenţe pot fi atât de tip intern (conturnarea izolaţiei, acţionări false datorită încălzirii sau acţionări incorecte ale releelor), cât şi de tip extern (fulgere, vânturi puternice, chiciură).

Proiectanţii sistemelor electroenergetice păstrează statistici ale acestor evenimente şi le folosesc în evaluările de siguranţă ale noilor proiecte, pentru a se pune de acord cu criteriile de siguranţă stabilite de către unităţile care exploatează reţeaua.

Pe de altă parte, unităţile care exploatează sistemul electroenergetic joacă un rol activ în menţinerea securităţii acestuia. Primul pas în acest scop este rularea periodică a unui program de analiză contingenţială, pentru a sesiza eventualele schimbări survenite în indicatorii de securitate. Rezultatul analizei constă într-o serie de avertismente sau alarme pentru operatori.

Un astfel de program trebuie să satisfacă următoarele cerinţe:

- să permită o modelare satisfăcătoare a SEE pentru regimul de funcţionare analizat (permanent sau dinamic), iar pentru unele echipamente să poată fi folosite modele detaliate;
- să permită o definire uşor de aplicat a contingenţelor (de obicei prin numele şi starea echipamentelor sau prin starea întrerupătoarelor);
- să permită simularea contingenţelor multiple independente;
- să permită simularea contingenţelor multiple dependente;
- să obţină rezultatele analizei într-un timp acceptabil.

În cazul SEE de dimensiuni foarte mari (mii de noduri) sau a SEE interconectate, analiza tuturor contingenţelor simple duce la studierea unui număr de ordinul miilor de cazuri, iar analiza contingenţelor multiple poate duce la un număr de ordinul milioanelor de cazuri. În [1] este prezentată o statistică pentru două sisteme interconectate, având 64 de noduri generatoare şi 77 de linii de transport. Numărul total al contingenţelor generatoarelor este de 679120, în cazul în care se consideră defecţiuni până la nivelul al patrulea, respectiv de 8303632 în cazul în care se consideră defecţiuni până la nivelul al cincilea. Pentru liniile de transport, numărul este 3003, dacă se iau în calcul contingenţele până la nivelul 2, respectiv 76153 până la nivelul 3. Ca urmare, timpii de calcul al unor astfel de liste de contingenţe devin foarte mari, estimându-se valori de mii de minute pe calculatoare puternice (VAX 8650).

Pentru a depăşi problema timpului de calcul, au fost dezvoltate metode aproximative, bazate pe ideea că marea majoritate a contingenţelor nu duc la depăşirea restricţiilor. Se pot distinge două categorii de astfel de metode:

- metode de ordonare a severităţii (periculozităţii) contingenţei, bazate pe calculul unui scalar numit indice de performanţă (Performance Index). În literatură se întâlnesc diferite definiţii ale acestui indice. Aceste metode sunt rapide, însă nu sunt suficient de corecte, datorită aproximaţiilor făcute în calculul IP. După ordonarea contingenţelor se calculează regimurile pentru un număr acceptabil de cazuri;
- metode care calculează o soluţie aproximativă sau parţială a problemei pentru a depista contingenţele care duc la depăşirea limitelor. Astfel de metode calculează tensiunile numai în nodurile din porţiunea afectată de contingenţă a reţelei în loc să calculeze toată reţeaua. Dintre ele, cea mai cunoscută este metoda relaxării concentrice [3], în care se porneşte cu o reţea mică din jurul echipamentului, care impune contingenţa, ce este apoi completată (relaxată) în mod concentric, până când nodurile de pe frontieră nu suferă modificări importante ale tensiunii în urma introducerii lor în reţeaua de studiu; celelalte noduri ale reţelei iniţiale nu-şi modifică tensiunile. Metoda a fost îmbunătăţită prin adăugarea de diverse algoritme de alegere a nodurilor ce intră în reţeaua de studiu, dintre care cel mai cunoscut este algoritmul "nepotrivirii zero" (Zero-Mismatch Method).

Dintre tendinţele nou apărute putem enumera:

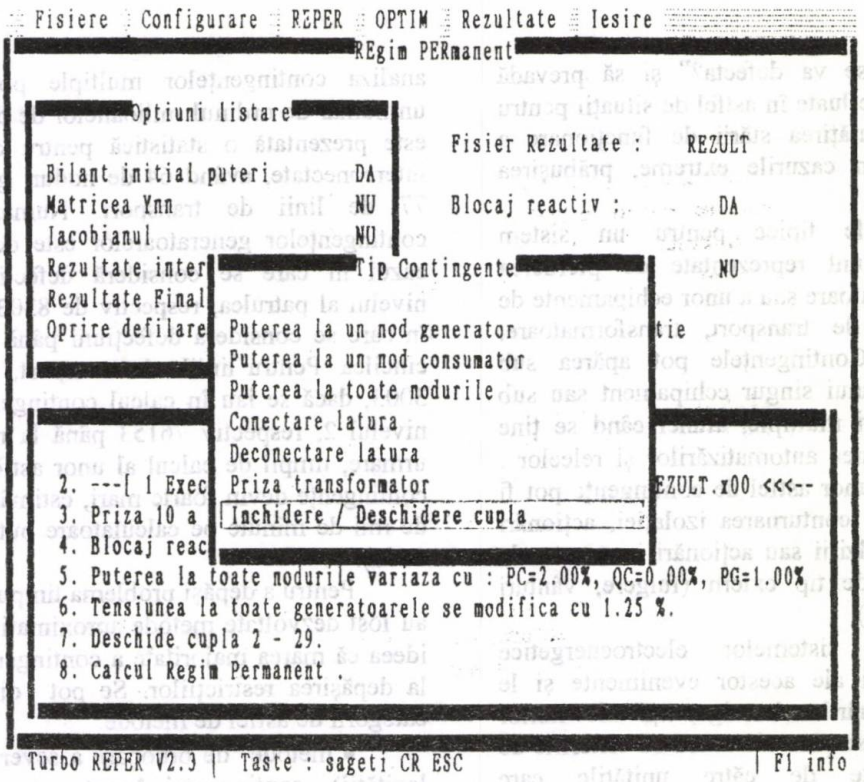


Fig.1. Selectarea contingenţelor în mediul TurboREPER.

• selectări sau chiar preselectări, în cascadă, în funcţie de scopul analizei care se efectuează (de exemplu studiul impactului modificărilor topologice [2] sau studiul dependenţei tensiune-putere reactivă [4]);

• introducerea sistemelor expert pentru alegerea contingenţelor periculoase, eventual cuplate cu reprezentări şi raţionamente fuzzy [6] pentru ordonarea lor.

2. Sistemul expert CONTING

În cadrul catedrei de Electroenergetică a Facultăţii de Energetică din Universitatea "Politehnica" din Bucureşti a fost dezvoltat un Mediu Integrat de Programe, numit TurboREPER, care are unele dintre proprietăţile programelor de analiză contingenţială enumerate mai sus, adică poate analiza contingenţe sau liste de contingenţe independente, plecând de la un regim permanent calculat într-un timp suficient de scurt (fig.1).

Pentru aceasta, Mediul este dotat cu un modul de introducere a următoarelor tipuri de contingenţe:

• modificarea tensiunii impuse la un nod generator;

• modificarea procentuală a tensiunii impuse la toate nodurile generatoare;

• modificarea puterilor la un nod generator sau la un nod consumator;

• modificarea procentuală a puterilor la toate nodurile;

• conectarea/deconectarea unei laturi a reţelei;

• conectarea/deconectarea unei cuple;

• modificarea prizelor la transformatoare;

• introducerea/eliminarea blocajului de reactiv în calculul regimului permanent.

La introducerea contingenţelor programul verifică consistenţa topologică a acestora.

Contingenţele introduse pot fi selectate fie de către operator, fie de către un sistem expert (SE) numit CONTING, dezvoltat sub Sistemul Expert Cadru (SEC) VP - Expert System, versiunea 2.02, publicat de Brian Sawyer în 1988 [7].

Acest SEC are o serie de caracteristici care-l fac deosebit de util în dezvoltarea SE dedicate chiar şi de către specialiştii cu o experienţă redusă în programarea într-o astfel de paradigmă, dar cu o experienţă suficient de mare în abordarea tehnologică a problemei. Dintre acestea enumerăm pe scurt următoarele:

• SEC este construit sub formă de ISE (Integrated Software Environment), conţinând editorul de texte, helpul contextual, motorul de inferenţă (cu posibilitatea de rulare pas cu pas),

modul de urmărire a evoluţiei arborelui de decizie în funcţie de valorile faptelor;

• există două tipuri de reguli:

- regula de tipul RULE, care este activată atunci când condiţia sa este satisfăcută, iar prin acţiunea sa este actualizată o variabilă a cărei valoare este căutată de către mecanismul de inferenţă;

- regula de tipul WHENEVER, care este activată ori de câte ori se schimbă valoarea unui parametru care apare în condiţia sa. În literatura de specialitate o astfel de regulă se întâlneşte sub numele de "regulă demon";

• există trei tipuri de instrucţiuni ciclice: FOR, WHILETRUE şi WHILEKNOWN;

• pot fi citite fişiere text sau fişiere cu extensia ". dbf", create cu utilitate de tip dBASE. Citirea se poate face atât secvenţial, cât şi aleator;

• pot fi utilizate variabile dimensionate;

• există o bibliotecă matematică, care cuprinde funcţiile matematice de bază pentru numere reale;

• SEC are o bibliotecă grafică foarte bine dezvoltată, cuprinzând macroinstrucţiuni de tip clasic (CIRCLE, RECTANGLE, FILL etc.), dar şi unele mai puţin întâlnite, care fac deosebit de facilă utilizarea mouse-ului sau asocierea diferitelor zone de ecran cu valorile logice, numerice sau de tip şir de caractere ale variabilelor;

• atunci când SE create sunt de dimensiuni foarte mari, SEC permite formarea mai multor surse şi înlănţuirea lor într-un program de dimensiuni mari;

• în sursele SE este permisă apelarea unor programe executabile, iar în programele alcătuite cu diferite limbaje de programare tradiţionale poate fi inclus motorul de inferenţă şi una sau mai multe surse SE.

În procesul de stabilire a regulilor sistemului expert CONTING au fost luate în considerare următoarele ipoteze:

• se cunoaşte rezultatul calculului de regim permanent (obţinut cu ajutorul lui TurboREPER);

se cunosc probabilităţile de existenţă a unor contingenţe determinate în mod statistic şi comunicate în literatura de specialitate [8] (tabelul 1);

Tabelul 1

Probabilităţi de existenţă a contingenţelor

Grup	Contingenţa	Rata deconectării	Durata [h]	Probabilitatea	Probabilitatea relativă
A	Generator	4.1 E + 00	100	4. 6E - 02	100
B	Transformator,	3. 7 E - 02	672	2. 8E - 03	6. 1
	Două generatoare	3. 3 E - 01	50	1. 9E - 03	4.13
	Linie	1. 8 E + 00	4	8. 2 E - 04	1.78
C	Generator + transformator	1. 2 E - 02	87	1. 2 E - 04	0.26
	Linie + generator	8. 2 E - 02	4	3. 7 E - 05	0.08
	Nod	7. 2 E - 02	4	3. 3 E - 05	0.072
	Două linii d	8. 8 E - 02	2	2. 0E - 05	0.043
D	Două transformatoare	2. 1 E - 04	336	8. 1 E - 06	0.017
	Linie transformatoare	5. 1 E - 03	4	2. 3 E - 06	0.005
E	Două linii i	3.0E - 03	2	6. 8 E - 07	0,0015

• pornind de la obiectivul principal pe care şi-l propune un sistem electroenergetic - *alimentarea în condiţii maxime de siguranţă şi de calitate a tuturor consumatorilor* - se defineşte un indicator de periculozitate (IP):

$$IP = IP_o + IP_{reg}, \quad \text{unde:} \qquad (1)$$

IP_o este egal cu probabilitatea de existenţă a unei contingenţe;

IP_{reg} - cuantifică efectul contingenţei asupra regimului;

• contingenţele care implică deconectări se studiază independent de cele care nu implică deconectări de elemente.

Problema cea mai dificilă în cuplarea programelor dezvoltate sub cele două paradigme de programe (algoritmică şi bază de cunoştinţe), a fost aceea a transmiterii informaţiilor din fişierele de date şi de rezultate de la mediul TurboREPER către CONTING. În urma încercărilor efectuate s-a constatat că modalitatea cea mai simplă este aceea de a transforma fişierele utilizate de către TurboREPER în fişiere tip"*.dbf "care să poată fi înţelese de către CONTING, prin intermediul unui mic program intermediar.

Structura sistemului expert este următoarea:

a) citirea unor informaţii din fişierul de

configurare: nume reţea, numele fişierelor cu rezultate;

b) transformarea fişierelor de rezultate din formatul binar în format "dbf";

c) citirea fişierelor de noduri, laturi, transformatoare, tensiuni şi puteri nodale, circulaţii de puteri;

d) alegerea Numărului de Laturi de Interes (NLI) şi a Numărului de Noduri de Interes (NNI) pentru ordonarea contingenţelor;

e) declanşarea acţiunii sistemului expert propriu-zis pentru identificarea contingenţelor periculoase;

f) reluarea punctelor d) şi e) pentru diferite valori ale NLI şi/sau NNI.

3. Regulile sistemului expert

Regula 1. Se citesc datele nodale şi datele de reţea specifice calculului de regim permanent.

Regula 2. Se citesc rezultatele obţinute în urma rulării programului de regim permanent.

Regula 3. Se calculează IP_o pentru toate nodurile şi pentru toate laturile în funcţie de probabilităţile de existenţă a unui defect.

Regula 3a. Pentru fiecare nod în care există un consumator de putere se determină:

$$IP_{io} = \frac{S_{ci}}{S_{medcons}} * p_{cons}, \quad (2)$$

unde:

S_{ci} este modulul puterii aparente consumate în nodul i;

$S_{medcons}$ - modulul puterii aparente medii consumate în sistem

$$S_{medcons} = \sum \frac{S_{ci}}{\text{număr consumatori}} ; \quad (3)$$

p_{cons} - probabilitatea ca să existe un defect pe barele unui nod consumator.

Regula 3b. Pentru fiecare nod în care există generare de putere se determină:

$$IP_{io} = \frac{P_{gi}}{P_{medgen}} * p_{gen} \quad (4)$$

unde:

P_{gi} este puterea activă generată în modul:

P_{medgen} - puterea activă medie generată în sistem

$$P_{medgen} = \sum \frac{P_{gi}}{\text{număr generatoare}} ; \quad (5)$$

p_{gen} - probabilitatea ca să existe un defect într-un nod generator.

Regula 3c. Pentru fiecare linie electrică aeriană se determină:

$$IP_{ijo} = \frac{INC_{ij}}{INC_{med}} * p_{lea}, \quad (6)$$

unde:

INC_{ij} este încărcarea liniei *ij*;

INC_{med} - încărcarea medie a liniilor din sistem;

p_{lea} - probabilitatea ca să existe un defect pe o l.e.a.

Regula 3d. Pentru fiecare transformator se determină:

$$IP_{ijo} = \frac{INC_{ij}}{INC_{med}} * p_{trafo}, \quad (7)$$

unde:

INC_{ij} este încărcarea transformatorului *ij;*

INC_{med} - încărcarea medie a transformatoarelor din sistem;

p_{trafo} - probabilitatea ca să existe un defect pe un trafo.

Regula 4. Se calculează IP pentru toate contingenţele de noduri şi de laturi în funcţie de impactul lor asupra sistemului.

Regula 4a. Pentru fiecare nod se calculează impactul deconectării acestuia asupra funcţionării consumatorilor:

$$IP_i = IP_{io} + \frac{S_{na}}{\sum S_{ci} + S_{pierd}}, \quad (8)$$

unde:

S_{na} este modulul puterii aparente nealimentate;

S_{pierd} - modulul puterii aparente pierdute în sistem

Regula 4b. Pentru fiecare latură se calculează impactul deconectării acestuia asupra funcţionării consumatorilor:

$$IP_{ij} = IP_{ijo} + \frac{S_{na}}{\sum S_{ci} + \left(S_{pierd} - S_{pij}\right)}, \quad (9)$$

unde:

S_{pij} este modulul puterii aparente pierdute pe latura *ij*;

Regula 5. Se ordonează descrescător indicatorii calculaţi mai sus şi se reţin primele NLI contingenţe de laturi, respectiv NNI contingenţe de noduri. Pentru

acestea se calculează indicatorii contingenţelor duble:

$$IP_{E1+E2} = p_{modE1+E2} + \frac{S_{na}}{\sum S_{ci} + S_{pierd}}, \quad (10)$$

unde:

$p_{modE1+E2}$ este probabilitatea medie ca să existe defecte simultane pe echipamentele E1 şi E2.

Regula 6. Se calculează *IP* pentru toate contingenţele care nu implică deconectarea unor echipamente.

Regula 6a. Pentru toate nodurile generatoare se calculează *IP*, considerând că nodul ar fi consumator (*P*,*Q* - fixaţi, *U* - liber):

$$IP_i = IP_{io} + \max\left(\frac{|Q_i - Q_{min\,i}|}{\sum Q_{ci} + Q_{pierd}}, \frac{|Q_i - Q_{max\,i}|}{\sum Q_{ci} + Q_{pierd}}\right) \quad (11)$$

Regula 6b. Pentru toate nodurile care se află în secţiuni radiale ale reţelei şi care sunt alimentate prin transformator se calculează IP considerând că transformatorul funcţionează pe unul din ploturile extreme (plotul 1 sau plotul maxim):

- dacă $U_i^{(i)} < U_{min\,i}$, atunci $A_i = \frac{U_{min\,i} - U_i^{(i)}}{U_{nom\,i}}$

- dacă $U_i^{plotmax} > U_{max\,i}$, atunci $B_i = \frac{U_i^{plot\,max} - U_{max\,i}}{U_{nom\,i}}$

$$IP_i = IP_{io} + \max(A_i, B_i) \quad (12)$$

Regula 7. Se ordonează descrescător şi separat indicatorii calculaţi cu regulile 4), 5) şi 6) şi se transmit contingenţele către mediul TurboREPER pentru calculul regimurilor aferente.

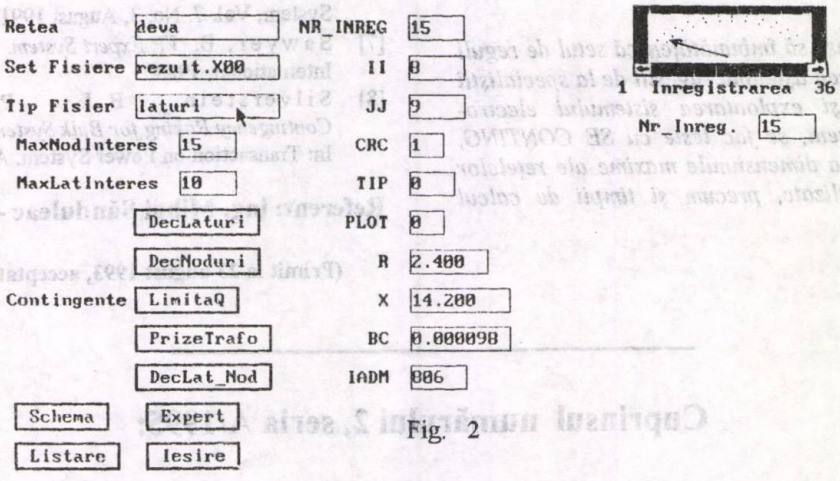


Fig. 2

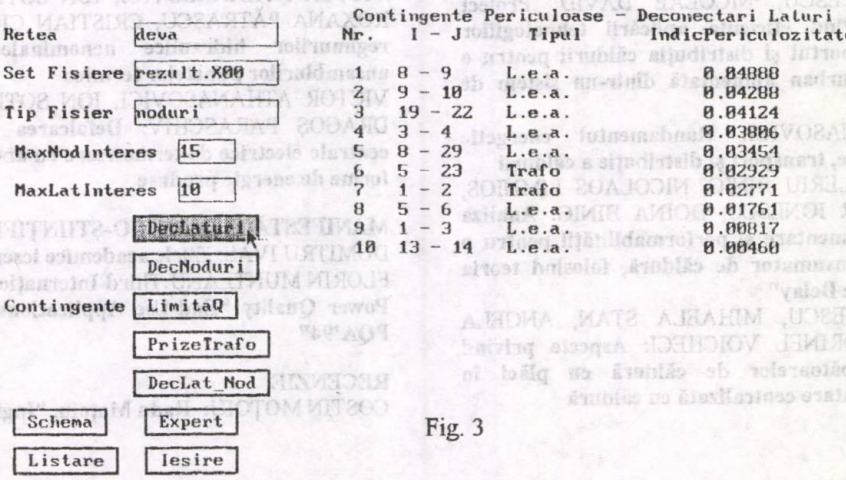


Fig. 3

Rezultate şi concluzii

CONTING a fost testat pe o reţea cu 29 noduri şi 36 laturi, fiind analizate mai multe regimuri permanente pentru care au fost considerate valori diferite ale NLI şi NNI.

În figurile 2 şi 3 sunt prezentate două ecrane ale SE, din care se observă modul de vizualizare a datelor de intrare, respectiv modul în care sunt afişate contingenţele. Se poate observa că SE poate afişa schema reţelei studiate sau poate lista la imprimantă listele de contingenţe obţinute.

Dezvoltarea sistemului expert CONTING are o dublă semnificaţie, deoarece în primul rând s-a reuşit realizarea cuplării unor programe create sub paradigme diferite de programe, iar în al doiea rând s-au putut selecta liste de contingenţe care să comande modulul de contingenţe din TurboREPER.

Notă. *Autorii doresc să îmbunătăţească setul de reguli dezvoltat şi de aceea aşteaptă sugestii de la specialiştii din proiectarea şi exploatarea sistemului electro-energetic. În prezent, se fac teste cu SE CONTING, pentru a determina dimensiunile maxime ale reţelelor care pot fi analizate, precum şi timpii de calcul necesari.*

BIBLIOGRAFIE

[1] Billinton, R., Agarwal, S.K. *Examination of Severe Contingencies on a Small Area of a Large Composite Power System Using Adequacy Equivalents.* In: Proceedings of IEEE, Vol. 137, No.2, march 1990.

[2] Brandwain, V., Liu, Y., Lauby. M.G. *Pre-Screening of Single Contingencies Causing Network Topology Changes.* In: Transaction on Power System, August 1990.

[3] Galiana, F.D., McGillis, D., Marin, M.A. *Expert Systems in Transmision Planning.* In: Procceedings of IEEE, Vol. 80, No. 5, may 1992.

[4] Hadjsaid, N., Benahmed, M., Sabonnadiere, J.C., Nerin, G. *Fast Contingency Screening for Voltage-Reactive Considerations in Security Analysis.* In: Transaction on Power System, Vol.8, No.1., February 1993.

[5] Holeri, A. T., Botnen. A., Stoa, P., Keronen. J.J. *Coupling Between Knowledge-Based and Algorithmic Metods.* In: Proceedings of IEEE, Vol. 80, No.5, may 1992

[6] Hsu, Y.Y., Kuo, H.C. *Fuzzy-set Based Contingency Ranking.* In: Transactions on Power System, Vol. 7. No. 3, August 1991.

[7] Sawyer, B. *VP Expert System.* Paperback Software International, 1988

[8] Silverstein, B.I., Porter, D.M. *Contingency Raking for Bulk System Reability Criteria.* In: Transaction on Power System, August 1992.

Referent: ing. Mihai Sănduleac - TELECOMM, Bucureşti

(Primit la 23 august 1993, acceptat la 26 aprilie 1994)

Cuprinsul numărului 2, seria A/1995:

EDITORIAL

NICOLAE NICULESCU, NICOLAE DAVID: **Proiect demonstrativ privind eficienţa aplicării tehnologiilor moderne în transportul şi distribuţia căldurii pentru o zonă de consum urban alimentată dintr-un sistem de termoficare**

VICTOR ATHANASOVICI: **Randamentul energetic global de producere, transport şi distribuţie a căldurii**

ALEXANDRU-VALERIU BINIG, NICOLAOS LIMNIOS, DUMITRU CEZAR IONESCU, DOINA BINIG: **Analiza continuităţii în alimentare şi performabilităţii pentru o relaţie furnizor-consumator de căldură, folosind teoria sistemelor "Failure Delay"**

NICOLAE NICULESCU, MIHAELA STAN, ANGELA BĂDULESCU, DORINEL VOICHECI: **Aspecte privind integrarea schimbătoarelor de căldură cu plăci în sistemele de alimentare centralizată cu căldură**

VICTOR ATHANASOVICI, ION SOTIR DUMITRESCU, ROXANA PĂTRAŞCU, CRISTIAN CIUCAŞ: **Modelarea regimurilor hidraulice nenominale stabilizate ale ansamblurilor punctelor termice**

VICTOR ATHANASOVICI, ION SOTIR DUMITRESCU, DRAGOŞ PARASCHIV: **Defalcarea cheltuielilor unei centrale electrice de termoficare cu abur, între cele două forme de energie produse**

MANIFESTĂRI TEHNICO-ŞTIINŢIFICE

DUMITRU IVAS: **Zilele academice ieşene**

FLORIN MUNTEANU: **Third Internaţional Conference on Power Quality "End-Use Applications and Perspectives PQA'94"**

RECENZIE

COSTIN MOŢOIU: **Radu Moţoiu: "Ingineria calităţii"**

SISTEME DE PROTECŢIE NUMERICĂ PENTRU GENERATOARE ŞI BLOCURI GENERATOR - TRANSFORMATOR

Introducere

Instalaţiile de protecţie prin relee au cunoscut mai multe etape de dezvoltare, definite, în special, prin principiile de realizare ale releelor care le constituiau. Primele apărute au fost, după cum se ştie, releele electromecanice, a căror viaţă foarte lungă se întinde, pentru anumite utilizări, până în prezent. După cel de-al doilea război mondial, exigenţele crescute ale utilizatorilor, impuse de evoluţia instalaţiilor electrice care trebuiau protejate, pe de o parte, şi de revoluţia tehnologică, pe de altă parte, au dus la apariţia de noi relee şi dispozitive de protecţie cu performanţe de sensibilitate, rapiditate, fiabilitate, consum propriu mai redus etc. din ce în ce mai ridicate. Astfel, au fost create releele statice, folosind semiconductoare şi traductoare care au deschis o nouă perspectivă în domeniul protecţiei prin relee. O largă utilizare au avut din această categorie de dispozitive, releele cu una sau două mărimi de acţionare (curent sau/şi tensiune) redresate.

După apariţia primelor relee statice în deceniul al 7-lea, pasul următor în dezvoltarea instalaţiilor de protecţie a fost făcut odată cu utilizarea circuitelor integrate, etapă care a pregătit încorporarea în aceste instalaţii a microprocesoarelor. În acest mod s-a obţinut o îmbunătăţire substanţială a disponibilităţii şi fiabilităţii protecţiilor şi în plus a devenit posibilă o autosupraveghere continuă a întregului sistem de protecţie. În afara îmbunătăţirii performanţelor, protecţiile bazate pe microprocesoare oferă o mai mare flexibilitate şi posibilitatea adăugării de noi funcţii. După o minuţioasă perioadă de cercetări, experimentări şi probe, sistemele de protecţie numerică au fost introduse după anul 1980 în programele de fabricaţie curentă ale firmelor consacrate ca ABB, Siemens, English Electric şi altele. Cum era şi de aşteptat, atenţia acestora s-a îndreptat în primul rând spre realizarea de sisteme de protecţie numerică pentru generatoare şi transformatoare (inclusiv blocuri) de mare putere, linii electrice şi sisteme de bare de înaltă şi foarte înaltă tensiune.

1. Sisteme de protecţie numerică

Proiectarea şi construcţia sistemelor de protecţie numerică a avut în vedere rezolvarea următoarelor cerinţe principale:

- noile tipuri de protecţie trebuiau să poată fi integrate atât ca protecţii separate în vechile instalaţii, cât şi ca subsisteme de protecţie într-un sistem computerizat;
- interfeţele şi stabilitatea faţă de condiţiile exterioare de mediu trebuiau să permită implementarea acestora în orice tip de centrală sau staţie electrică;
- preluarea şi transmiterea datelor şi semnalelor de la şi către instalaţiile protejate trebuie să fie făcute prin interfeţe aliniate la standardele internaţionale, făcându-se astfel posibilă şi conectarea cu alte sisteme;
- din punct de vedere economic, noile protecţii trebuie să fie competitive cu releele electromecanice sau cu cele statice.

Ca soluţie generală sistemele de protecţie numerică folosesc încă transformatoare de curent convenţionale şi acţionează asupra întrerupătoarelor prin contactele de ieşire ale releelor de declanşare. Diferenţierea faţă de protecţiile clasice, exprimată prin definirea ca protecţii numerice, rezultă dintr-o serie de particularităţi privind concepţia de realizare.

Principalul lor organ, un sistem cu microprocesor în timp real, foloseşte date provenite în flux continuu din reţea. Cu aceste date, eşantionate, prelucrate şi filtrate digital, sunt efectuate apoi calculele numerice necesare protecţiei. Programele, algoritmele şi reglajele stabilite sunt stocate într-o memorie cu care este dotat microprocesorul.

Asigurarea unei disponibilităţi ridicate a sistemului de protecţie este obţinută printr-o supraveghere continuă atât pe partea de hard, cât şi pe partea de software.

În scopul integrării cu celelalte funcţii de comandă şi supraveghere a unei centrale sau staţii electrice, noul sistem de protecţie are prevăzute căi de comunicaţie directă cu sistemele care îndeplinesc funcţiile menţionate, respectiv cu SCS (sistemul de comandă a staţiei) şi SSS (sistemul de supraveghere a staţiei). Perturbaţii sau alte abateri de la funcţionarea normală a instalaţiilor protejate sunt înregistrate automat, cu marcarea orară a producerii evenimentului pentru a fi disponibile, ulterior, pentru analize.

Comunicarea om-maşină (MMC) este asigurată de un computer personal instalat la faţa locului printr-un terminal la distanţă cuplat prin modem.

În figura 1 este arătată schema-bloc a părţii de hard, a protecţiei numerice pentru un bloc generator-transformator, folosind ca exemplu protecţia de tip REG 216 a firmei ABB.

- convertoare analogice - digitale (A/D) care alimentează unitatea centrală de procesare (UCP) cu tensiuni standard atât pentru mărimile de curent, cât şi pentru mărimile de tensiune;
- aparatele electronice care preiau intrările şi ieşirile semnalelor binare (IB) şi (EB) şi efectuează prelucrarea acestora; de asemenea, aceste aparate îndeplinesc funcţiunile logice din circuitele de declanşare (DECL);
- unitatea centrală de procesare (UCP);
- interfeţe cu calculatorul personal (CP), cu sistemele de comandă (SCS) şi supraveghere ale blocului şi ale centralei (SSS) şi cu sursa de curent continuu;
- magistrala de date (MD) prin care se efectuează tot fluxul de semnale între diferitele componente ale subansamblului.

Partea de hardware a sistemelor de protecţie numerică are o structură nodulară, ceea ce dă

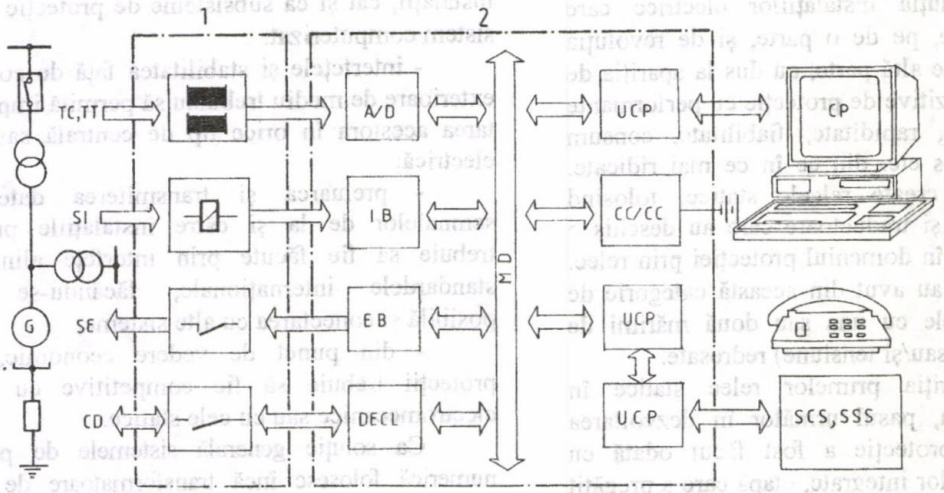


Fig. 1. Schema bloc a unui sistem de protecţie numerică pentru un bloc generator-transformator.

Sistemul de protecţie este compus în principal din subansambluri cu funcţii distincte. Primul subansamblu (1) conţine interfeţele cu instalaţia primară care trebuie protejată, şi anume:

- transformatoare intermediare de curent şi de tensiune (TC) şi (TT) care preiau mărimile respective de la transformatoarele de măsură ale blocului generator-transformator;
- grupe de relee intermediare pentru semnale de intrare (SI) şi cele de ieşire (SE) de la şi către celelalte sisteme de comandă şi supraveghere ale blocului şi ale centralei şi, de asemenea, grupul de relee intermediare din circuitele de declanşare (CD).

Al doilea subansamblu (2) cuprinde:

sistemului un înalt grad de flexibilitate.

Prin utilizarea unei arhitecturi multi-procesor se obţine implementarea mai multor funcţii de protecţie într-unul şi acelaşi hard. Numărul unităţilor centrale de procesare poate fi crescut pentru a corespunde cel mai bine cerinţelor puse de funcţiile protecţiei. În scopul obţinerii unor grade ridicate de precizie şi de stabilitate în timp a funcţionării protecţiei, prin reducerea la minimum a influenţelor armonicilor superioare, a componentei de curent continuu din curentul de scurtcircuit, a saturării transformatoarelor de curent etc. sunt aplicate soluţii adecvate la organele de prelucrare şi măsurare a datelor primare.

Un sistem de protecţie numerică realizează , de regulă, prin procedeele specifice tehnicii numerice, toate tipurile de protecţii necesare unei instalaţii electrice, realizate anterior cu ajutorul releelor electromecanice sau statice. Pentru un bloc generator-transformator, într-un astfel de sistem se regăsesc tipurile de protecţie cunoscute împotriva defectelor interne produse în:

- statorul generatorului, ca scurtcircuite între faze sau între spirele aceleiaşi faze, puneri la pământ;
- rotorul generatorului, ca pierderea excitaţiei, puneri la pământ;
- transformatorul de bloc; aceleaşi tipuri de defecte ca şi la statorul generatorului şi în plus scurtcircuite monofazate pe partea de înaltă tensiune.

De asemenea, se regăsesc tipurile de protecţie cunoscute împotriva defectelor externe produse în turbină sau în reţeaua electrică la care este conectat blocul generator-transformator.

Partea de software, cu o structură de asemenea modulară, dispune de o bibliotecă cuprinzătoare, care conţine programe, algoritme şi parametrii pentru reglarea protecţiilor. În acest fel, dispunând de un hard unitar, se pot alege din bibliotecă funcţiile de protecţie necesare, în concordanţă cu caracteristicile şi importanţa echipamentului, care trebuie protejat (în speţă un bloc generator-transformator), cu schema electrică a centralei sau staţiei la care este racordat echipamentul primar, cu topologia reţelei şi, de asemenea, cu cerinţele utilizatorului.

Întocmai ca la schemele clasice de protecţie şi la sistemele numerice s-a pus problema găsirii soluţiei optime de redundanţă pentru ansamblul sistemului (hard şi soft), care să asigure cerinţele de fiabilitate şi de independenţă între funcţiile de protecţie şi cele de comandă. Propunerea de a se folosi la agregatele mari criteriul "2 din 3" pentru acţionarea protecţiilor nu a fost adoptată din cauza dificultăţilor practice de realizare, deşi oferea, teoretic, cel mai ridicat indicator de fiabilitate. În final s-a adoptat şi generalizat, criteriul "1 din 2", care constă practic din organizarea protecţiei pe două lanţuri paralele, începând de la transformatoarele de măsură şi sursele de curent continuu până la bobinele de declanşare ale întrerupătoarelor. Soluţia are un indice de fiabilitate suficient de mare şi prin rezultatele din exploatare a câştigat şi încrederea utilizatorilor chiar dacă schemele de protecţie respective erau realizate cu elemente analogice şi statice.

Această dispunere a protecţiilor, pe două lanţuri paralele, s-a introdus şi s-a aplicat în centralele şi staţiile sistemului energetic (generatoare, transformatoare), precum şi pentru protecţia liniilor electrice de 400 şi 750 kV.

La sistemele de protecţie numerică, construite pe baza microprocesoarelor şi a circuitelor integrate cu rate de defectare foarte reduse, aplicarea circuitului "1 din 2" prin constituirea a două subsisteme redundante, a avut ca rezultat o creştere şi mai mare a indicelui de fiabilitate. Trebuie menţionat că la aceste îmbunătăţiri a fiabilităţii protecţiei numerice au mai contribuit încă doi factori:

- numărul redus de componente electronice în sistemele numerice, folosite pentru funcţii diferite;
- dotarea sistemelor numerice cu o funcţiune de autosupraveghere permanentă prin diagnoze zilnice, a stării elementelor protecţiei; legăturile prevăzute între sistemele de protecţie şi sistemul de conducere a centralei sau staţiei electrice asigură alertarea imediată a personalului de conducere şi prin aceasta, o creştere a încrederii în disponibilitatea protecţiei.

Existenţa a două subsisteme paralele de protecţie care se completează între ele, permite, de asemenea, ca defectarea unei protecţii (chiar principale) dintr-unul din subsisteme să nu aibă ca efect scoaterea preventivă din funcţiune a agregatului. Acesta poate rămâne în continuare în funcţiune, cu subsistemul sănătos, pe toată durata verificării şi îndepărtării protecţiei defectate.

După cum s-a arătat, utilizatorul unui sistem numeric poate alege funcţiile de protecţie dorite dintr-o bibliotecă corespunzătoare, pe o cale simplă, cu un calculator personal.

Pentru aceasta nu sunt necesare cunoştinţe de programare. Cu ajutorul calculatorului personal se pot regla valorile de pornire, parametri caracteristicilor de funcţionare şi temporizările protecţiilor; toţi aceşti parametri, în domenii foarte largi.

De asemenea, tot cu acelaşi calculator se pot stabili, printr-o operaţie de parametrizare, o serie de aranjamente în funcţionarea sistemului de protecţie, şi anume:

- asocierea oricărei protecţii la unul din canalele de intrare;
- repartizarea impulsurilor de declanşare a protecţiilor la căile de declanşare a întrerupătoarelor corespunzător unei matrici prestabilite;
- la fel, pentru semnalele de supraveghere, alarmă etc.;
- coordonarea semnalelor binare între ele pentru îndeplinirea de funcţii logice; astfel, de exemplu, pot fi combinate semnale interne sau externe de blocare sau deblocare cu semnale de ieşire a unei protecţii interne, de la o altă protecţie.

2. Avantajele protecţiei numerice

În concluzie, utilizarea microprocesoarelor în dezvoltarea funcţiilor de protecţie prin relee, de la modulele de intrare de măsură până la modulele de ieşire de declanşare a însemnat un important progres în sistemele de protecţie.

Acest lucru rezultă din calităţile şi facilităţile noilor sisteme:

- fiabilitate ridicată, întreţinere uşoară şi o continuă autosupraveghere;
- precizie ridicată de măsură şi o mare flexibilitate a posibilităţilor de reglaj prin algoritmi numerici;
- posibilităţi de stocare a informaţiilor şi urmărire a evenimentelor în timp;
- posibilităţi de arhivare a reglajelor şi testelor pe dischete, printer sau plater;
- sistem de operare accesibil prin utilizarea meniurilor cu texte explicative, ce pot fi apelate cu ajutorul tastaturii locale (existente pe faţa frontală a echipamentului) sau cu ajutorul unui computer personal;
- contructiv, sunt executate compact, fiind prevăzute cu elemente de separare galvanică şi protecţie împotriva influenţelor electromagnetice;
- multiple posibilităţi de comunicare cu sistemele de supraveghere, control şi comandă ale centralei sau staţiei electrice;
- cost de achiziţionare şi implementare acceptabil.

3. Dotarea cu sisteme de protecţie numerică a blocurilor generator-transformator 330 MW de la CTE Turceni

Introducerea sistemelor de protecţie numerică s-a făcut într-o primă etapă la blocurile generator-transformator de mare putere, această măsură fiind cuprinsă în acţiunile de modernizare şi retehnologizare a acestora.

Astfel, pentru blocurile generator-transformator de 330 MW din CTE Turceni s-au prevăzut şi s-au achiziţionat sisteme de protecţie numerică, tip REG 216, fabricaţie ABB.

Varianta constructivă a acestui sistem de protecţie a fost stabilită în funcţie de necesarul de intrări analogice (curenţi, tensiuni), de intrări şi ieşiri binare, precum şi de volumul necesar de funcţii de protecţie, implementat în unităţile centrale de procesare, numărul acestora determinând capacitatea de memorie.

În figura 2 este reprezentată schema electrică monofilară a unui bloc generator-transformator cu două transformatoare de servicii proprii derivaţie, cu indicarea sistemului de protecţie prevăzut, folosindu-se simbolizarea CEI şi marcarea ANSI.

Sistemul constă din două dulapuri de protecţie, fiecare funcţionând independent unul de celălalt.

În principal, dulapurile de protecţie conţin (vezi fig.1) interfeţele specializate pentru conectarea la instalaţii primare, precum şi magistrala de date şi unităţile centrale de procesare (tabelul 1).

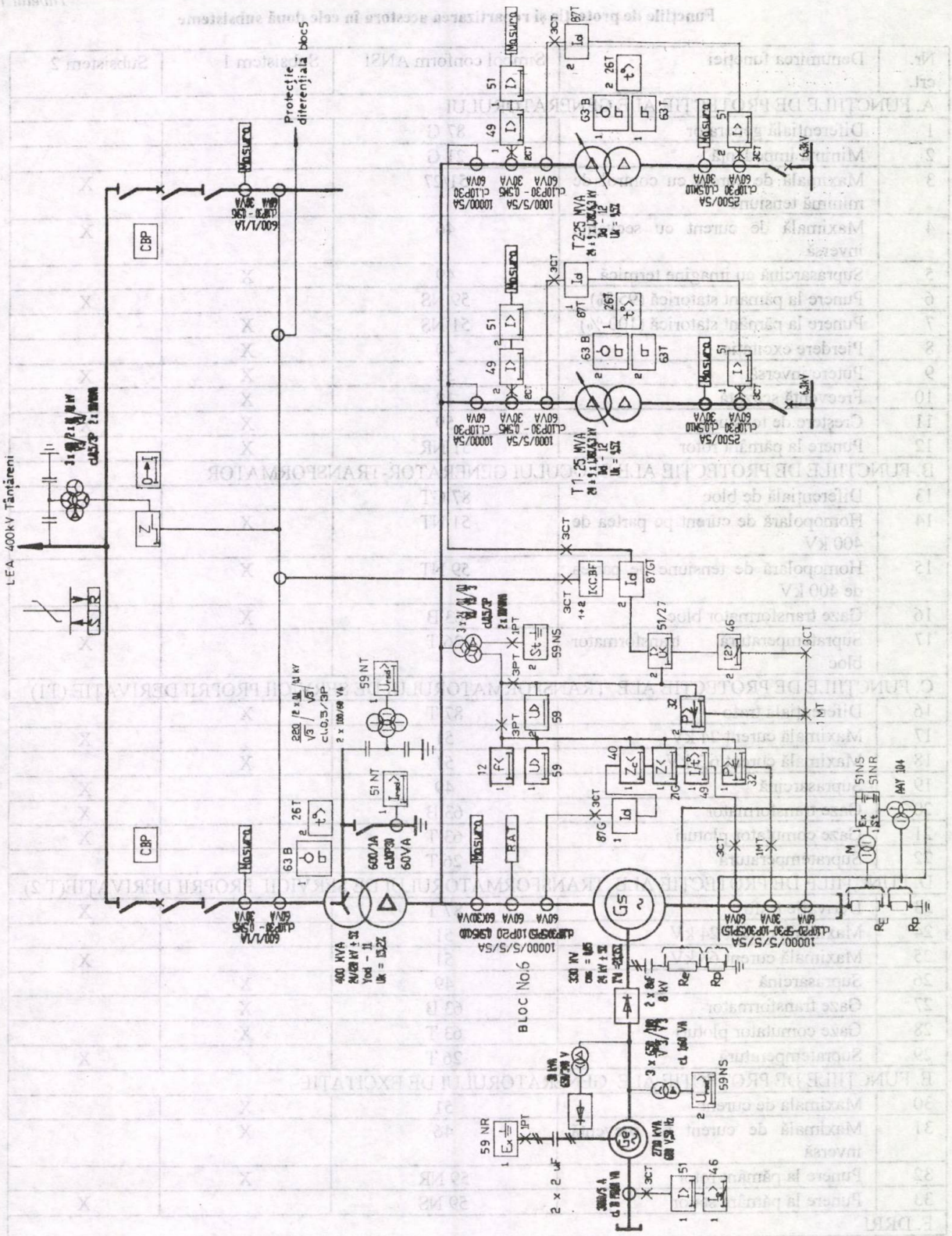


Fig.2. Schema de principiu a protecției numerice pentru blocul nr.6, 330 MW, CTE Turceni

Tabelul 1

Funcţiile de protecţie şi repartizarea acestora în cele două subsisteme

Nr. crt.	Denumirea funcţiei	Simbol conform ANSI	Subsistem 1	Subsistem 2
A. FUNCŢIILE DE PROTECŢIE ALE GENERATORULUI				
1	Diferenţială generator	87 G	X	
2	Minimă impedanţă	21 G	X	
3	Maximală de curent cu control de minimă tensiune	51/27		X
4	Maximală de curent cu secvenţă inversă	46		X
5	Suprasarcină cu imagine termică	49	X	
6	Punere la pământ statorică (95 %)	59 NS		X
7	Punere la pământ statorică (100 %)	51 NS	X	
8	Pierdere excitaţie	40	X	
9	Putere inversă	32	X	X
10	Frecvenţă scăzută	12	X	
11	Creştere de tensiune	59	X	X
12	Punere la pământ rotor	51 NR	X	
B. FUNCŢIILE DE PROTECŢIE ALE BLOCULUI GENERATOR-TRANSFORMATOR				
13	Diferenţială de bloc	87 GT		X
14	Homopolară de curent pe partea de 400 kV	51 NT	X	
15	Homopolară de tensiune pe partea de 400 kV	59 NT	X	
16	Gaze transformator bloc	63 B	X	
17	Supratemperatură transformator bloc	26 T		X
C. FUNCŢIILE DE PROTECŢIE ALE TRANSFORMATORULUI DE SERVICII PROPRII DERIVAŢIE (T1)				
16	Diferenţială trafo	87 T	X	
17	Maximală curent 24 kV	51		X
18	Maximală curent 6,3 kV	51	X	
19	Suprasarcină	49		X
20	Gaze transformator	63 B		X
21	Gaze comutator ploturi	63 T		X
22	Supratemperatură	26 T	X	
D. FUNCŢIILE DE PROTECŢIE ALE TRANSFORMATORULUI DE SERVICII PROPRII DERIVAŢIE(T 2)				
23	Derivaţie trafo	87 T		X
24	Maximală curent 24 kV	51	X	
25	Maximală curent 63 kV	51		X
26	Suprasarcină	49	X	
27	Gaze transformator	63 B	X	
28	Gaze comutator ploturi	63 T	X	
29	Supratemperatură	26 T		X
E. FUNCŢIILE DE PROTECŢIE ALE GENERATORULUI DE EXCITAŢIE				
30	Maximală de curent	51	X	
31	Maximală de curent de secvenţă inversă	46	X	
32	Punere la pământ rotor	59 NR	X	
33	Punere la pământ stator	59 NS		X
F. DRRI				
34	Refuz de întrerupător 400 kV	50 BF	X	X

Organizarea constructivă în două dulapuri corespunde concepţiei de asigurare a două subsisteme de protecţie care se completează şi se rezervă reciproc.

În tabel sunt prezentate funcţiile de protecţie şi repartizarea acestora în cele două subsisteme numerotate 1 şi 2. Această numerotare se regăseşte indicată pentru fiecare protecţie în schema din figura 2.

Organizarea şi repartizarea funcţiilor de protecţie s-a făcut avându-se în vedere realizarea unei redundanţe "1 şi 2". În acest mod, ambele subsisteme dispun de protecţii rapide şi protecţii de rezervă complementare.

Protecţiile tehnologice ale transformatoarelor (protecţiile de gaze şi supratemperatură) au fost introduse în sistem prin modulele de intrări binare.

O caracteristică importantă a acestui sistem o constituie modul de acţionare prin releele finale, care este realizat sub forma unei matriţe de declanşare, pe orizontală fiind dispuse funcţiile de protecţie, iar pe verticală circuitele de declanşare.

Activarea funcţiilor de protecţie în această matrice s-a făcut avându-se în vedere tipul acesteia şi modul de acţionare asupra circuitelor de declanşare.

Implementarea acestui sistem de protecţie numerică s-a concretizat prin îmbinarea experienţei de proiectare cu performanţele şi facilităţile oferite de aceste sisteme.

Corelarea hard-soft a sistemului s-a făcut în baza unei specificaţii tehnice complete ce a fundamentat varianta constructivă (hardware) şi respectiv volumul de funcţii de protecţie (software).

Pe baza documentaţiei complete furnizate de ABB s-au elaborat proiectul de conectare a dupalurilor REG 216 la instalaţia existentă, sistemul matricial de declanşare şi s-au introdus în memoria sistemului funcţiile de protecţie şi DRRI.

S-au stabilit reglajele, în funcţie de parametrii tehnici ai echipamentelor primare, şi s-a elaborat un program complex de probe şi încercări.

Punerea în funcţiune a sistemului de protecţie numerică REG 216 s-a făcut la blocul nr.6 din CTE Turceni în prezenţa reprezentantului ABB în cursul lunii martie 1994.

Concluzii

Dezvoltarea şi introducerea sistemelor de protecţie numerică în instalaţiile sistemului energetic naţional reprezintă un pas decisiv în asigurarea eliminării rapide şi sigure a perturbaţiilor din centrale şi reţele.

Un alt element important îl constituie impactul asupra modului de concepţie al instalaţiilor de protecţie, precum şi asupra organizării acestor sisteme.

Utilizarea noilor tipuri de protecţii necesită însuşirea de către proiectanţi şi utilizatori a unor cunoştinţe de specialitate în domeniul numeric şi totodată acceptarea folosirii unei tehnologii noi, diferite de cea clasică.

Performanţele tehnice superioare, posibilităţile de integrare într-un sistem ierarhizat, computerizat, impun extinderea introducerii sistemelor de protecţie numerică în instalaţiile sistemului energetic naţional.

BIBLIOGRAFIE

[1] Ilar, M., Stranne, G. *Numerische Schutzsysteme für Generatoren und Generator - Transformator - Blöcke.* In: ABB Technik, nr. 1/1993, pag.27 - 38.

[2] ABB Relays Typen REG 216 und REG Kompakt - Generatorschutz, 1MDBO2005-DE, Oktober 1993.

[3] ABB Realys Modures. Numerical Bus-oriented Protection System, Type REG 216, CH-ES 83-30.11E Baden/Switzerland, 1989.

[4] Sommer, B., Ziegler, G. *Developments in Power System Protection, Desing Aspects and Practical Experience with a New Digital Relay Range.* XI - SNPTEE Conference 1991, Rio de Janeiro.

ing. PETRU COLUMBEANU

ing. VASILE COMĂNESCU

PETRU COLUMBEANU
(1926 - 1995)

S-a stins din viaţă fulgerător la 30 martie 1995, un om şi un specialist deosebit, una din personalităţile energeticii româneşti, ing. **Petru Columbeanu.**

Născut la 29 iunie 1926, a urmat liceul de băieţi din Târgovişte (3 clase) şi apoi liceul militar N. Filipescu din Predeal, pe care l-a absolvit în anul 1945. În acelaşi an s-a înscris la Institutul Politehnic Bucureşti - Facultatea Electrotehnică, obţinând în anul 1950 diploma de inginer electromecanic. În septembrie 1949, fiind student în ultimul an, s-a angajat ca tehnician la IREB. După obţinerea diplomei de inginer a fost numit şeful atelierului electric, apoi inginer- şef la Centrala Grozăveşti. În 1951 a lucrat în cadrul atelierului de recondiţionări transformatoare-Filaret, iar în septembrie 1952 a fost transferat la IRE Constanţa în funcţia de şef al serviciului reţele şi apoi al serviciului tehnic. În 1953 a fost trimis la Moscova pentru specializare în domeniul **Protecţie prin relee şi automatizări**. La întoarcere, în 1954, a fost repartizat la IRE Braşov în funcţia de şef al serviciului tehnic. Din august 1954 şi până la pensionare, în iulie 1987, a lucrat la ISPE, unde a ocupat diferite funcţii: şef colectiv Protecţie prin relee şi automatizări - Secţia Staţii, consilier, inginer-şef al Secţiei Staţii (din 1985).

Pentru cei care l-au cunoscut, inginerul **Petru Columbeanu** a întruchipat deopotrivă pe specialistul care concepea cu talent, meticulozitate şi simţ de răspundere ingenioase soluţii inginereşti, ca şi pe conducătorul de excepţie, unanim apreciat, care organiza cu competenţă, seriozitate şi mult tact activitatea colaboratorilor săi. Numele lui va rămâne strâns legat de realizarea unui număr impresionant de instalaţii electrice de înaltă şi foarte înaltă tensiune care funcţionează în prezent pe tot cuprinsul României şi în străinătate. Câteva dintre cele mai importante obiective energetice din ţară la a căror concepţie şi realizare, în special în ceea ce priveşte instalaţiile de protecţie prin relee, a contribuit şi ing. **Petru Columbeanu** sunt: staţia 750/400 kV Isaccea, staţia 400/220 kV Porţile de Fier I, staţia 400 kV Cluj-Gădălin, staţiile 400 kV Braşov-Dârste şi Hărman, staţia 400 kV Ţânţăreni, staţia 400 kV Urecheşti, staţia 400 kV Roşiori, staţia 400/220 kV Lacu Sărat, CTE Turceni, CTE Işalniţa, CTE Rovinari, CTE Lacu Sărat, CET Borzeşti, CHE Porţile de Fier I şi II.

A scris, în colaborare, mai multe cărţi, şi anume: **Protecţia prin relee şi automatizarea sistemelor energetice**, Ed. Tehnică, ediţia I (1963) şi ediţia a II-a (1973), **Exploatarea instalaţiilor de protecţie şi automatizare**, Ed. Tehnică (1974), **Dicţionar statistic economic-Statistica Energetică** (1962), **Lexiconul tehnic român**, Ed. Tehnică (1975). A scris numeroase articole de specialitate în revistele Energetica şi Electrotehnica, a prezentat comunicări la sesiuni tehnico-ştiinţifice în domeniul energetic, a avut o serie de inovaţii în domeniul protecţiei şi automatizărilor centralelor şi staţiilor electrice. Recent, tocmai definitivase manuscrisul unui capitol reprezentativ dintr-o amplă lucrare tratând istoria energeticii româneşti.

Nu aş putea să nu amintesc câteva dintre remarcabilele calităţi ale omului **Petru Columbeanu**. În primul rând, pot spune că se distingea printr-o mare delicateţe sufletească. Calm, serios, echilibrat, nu l-am văzut niciodată exteriorizându-şi o stare firească de enervare, deşi nu a fost câtuşi de puţin scutit de încordarea inerentă unei intense activităţi profesionale. Prefera să ardă în interior propriile frământări şi să redea în afară linişte, încredere, voie bună. În al doilea rând, impresiona prin modestie. Nu obişnuia să-şi prezinte cu ostentaţie propriile păreri - dimpotrivă era întotdeauna deschis dialogului. Credea în logica corectă a argumentării ca mijloc de instaurare a adevărului. Nu în ultimul rând, aş sublinia optimismul său tonic, reconfortant, stimulator pentru activitatea întregii echipe de colaboratori, pe care în mare parte domnia sa i-a format.

Acum, când nu mai este printre noi, toţi cei care am lucrat de-a lungul deceniilor cu inginerul **Petru Columbeanu** avem un gând de recunoştinţă şi îi vom păstra amintirea mereu vie.

dr. ing. ANCA POPESCU, Director Departament Sisteme - ISPE
Membră a Colegiului de Redacţie al revistei ENERGETICA

Vă informăm că în zilele de 21 - 23 septembrie 1994 s-au desfăşurat la Suceava lucrările comasate ale Simpozionului Naţional al Reţelelor Electrice (ediţia a VII- a) şi ale celei de-a X - a Sesiuni de Comunicări Tehnico-Ştiinţifice ale F.R.E. Suceava.

Am primit la redacţie o amplă cronică a acestor manifestări, semnată de dl. ing. Romulus Sfichi de la F.R.E Suceava. Din cauza spaţiului grafic limitat nu putem prezenta cornica in extenso. Dat fiind că lucrările prezentate au fost tipărite în volume, cititorii interesaţi le pot consulta la bibliotecile unităţilor şi la redacţia noastră.

SOMMAIRE

MARIUS POMÂRLEANU : La Table Ronde sur les "Automatisations et protections spéciales 51

MIRANDA RADU, ANTON UNGUREANU: Installations de protection par relais et les automatismes du systéme national d'énergie dans la perspective de l'interconnexion avec l'UCPTE 52 - 58

DORU PĂUNESCU, FELICIA LAZĂR: Sur une nouvelle organisation des automatismes pour le délestage automatique de la charge dans le systéme national d'émergie 59 - 63

MARIN SĂRĂCIN, ION POTÎRNICHE : L'identification optimale des fonctions de transfert et la modélisation des régimes dynamiques des boucles de réglage dans lc matériel pour l'électronique de puissance 64 - 68

EUGENIU POTOLEA, VASILE BOSTAN: La résolution par algorithmes du probléme du contrôle de tension et puissance réactivc 69 - 76

IULIU HEINRICH, VASILE DUŞA : Schéma équivalent et modéle mathématiquc pour les autotransformateurs équipés d'enroulements tertiaires et unité de réglage en charge 77 - 83

SORIN PĂTRĂŞCOIU, SORIN HURDUBEŢIU : Systéme cxperts pour la présélection des contingents dangereux 84 - 90

NOUVEAUTES EN ENERGETIQUE

PETRU COLUMBEANU , VASILE COMĂNESCU : Systémes de protection numérique pour les alternateurs et les unités alternateur-transformateur 91 - 97

DE PERSONIS 98

СОДЕРЖАНИЕ

МАРЮС ПОМЭРЛЯНУ: Круглый стол "Автоматизация и специальные защиты" 51

МИРАНДА РАДУ, АНТОН УНГУРЯНУ: Установки релейной эащиты и автоматизация в национальной энергосистеме в перспективе объединеня с УКПТЭ 52 - 58

ДОРУ ПЭУНЕСКУ, ФЕЛИЧИЯ ЛАЗАР: О новой организации автоматизации АЧР в национальной энергосистеме 59 - 63

МАРИН САРАЧИН, ИОН ПОТЫРНИКЕ: Оптимальная идентификация передаточных фукций и моделирование динамических режимов регулирующих цепей силового электронного оборулования 64 - 68

ЕУДЖЕНЮ ПОТОЛЕА, ВАСИЛЕ БОСТАН: Алгорифмическое решение вопроса контроля напряжения-реактивной мощности 69 - 76

ЮЛЬЮ ГЕЙРИХЬ, ВАСИЛЕ ДУША: Эквивалентная схема и математическая модель автотрансформаторов, предусмотренных третичными обмотками и регулировочным устойством пол нагрузкой 77 - 83

СОРИН ПЭТРЭШКОЮ, СОРИН ХУРДУбЕЦИУ: Эксперт-системы для предварительной выборки опасных аварий 84 - 90

НОВОСТИ В ЭНЕРГЕТИКЕ

ПЕТРЕ КОЛУМБЕАНУ , ВАЛЕНТИН КОМЭНЕСКУ: Системы цифровой эащиты для генераторов и блоков генератор-трансформатор 91 - 97

DE PERSONIS 98

CONTENTS

MARIUS POMÂRLEANU: Round Table "Automation and Special Protections 51

MIRANDA RADU, ANTON UNGUREANU: Relays protections facilities and automations of the Nuclear Power System in view of UCPTE interconnection 52 - 58

DORU PĂUNESCU, FELICIA LAZĂR : About a new Organisation of the Automatic Underfreqáncy Loued-Shedding System in Romanian Network 59 - 63

MARIN SĂRĂCIN, ION POTÎRNICHE: Optimal Identification of the Transfer Function and modelling the dynamic regimes of the control loops within high power equipment 64 - 68

EUGENIU POTOLEA, VASILE BOSTAN : Algoritm of voltage-reactive power control problem resolution 69 - 76

IULIU HEINRICH, VASILE DUŞA: Equivalent circuit and mathematic model for autotransformers with tertiary widing and underload control unit 77 - 83

SORIN PĂTRĂŞCOIU, SORIN HURDUBEŢIU : Expert Systems for Dangerous Contingents Preselection 84 - 90

NEWS

PETRU COLUMBEANU ,VALENTIN COMĂNESCU : Digital Protection Systems for Generators and Generator-Transformer Units 91 - 97

DE PERSONIS 98

INHALT

MARIUS POMÂRLEANU: Gespräch am runden Tisch "Spezialschutz-und Automatisierungseinrichtungen 51

MIRANDA RADU, ANTON UNGUREANU: Die Schutzrelais-und Automatisierungseinrichtungen des rumänischen Verbundnetzes in der Perspecktive seines Anchlusses an das UCPTE-NETZ 52 - 58

DORU PĂUNESCU, FELICIA LAZĂR : Zu einer neuen Automatisierungsorganisation der Frequenz-Lastabschaltung innerhalb des rumänischen Vernundenetzes 59 - 63

MARIN SĂRĂCIN, ION POTÎRNICHE: Die optimale Identifizierung der Übertagungsfunktion und die Modellierung dynamischer Regimes von Regelschleifen elektronischer Leistungseinrichtungen 64 - 68

EUGENIU POTOLEA, VASILE BOSTAN : Die Algorithmuslösung der Blindleistungs-Spannungskontrolle 69 - 76

IULIU HEINRICH, VASILE DUŞA: Ersatzschaltbild und mathematisches Modell für Autotransformatoren mit Tertiarwicklung und Regeleinheit unter Last 77 - 83

SORIN PĂTRĂŞCOIU, SORIN HURDUBEŢIU : Expertensysteme zur Vorwahl gefährlicher Ausfälle 84 - 90

NEUIGKEITEN IN DER ENERGIEWIRTSCHAFT

PETRU COLUMBEANU , VALENTIN COMăNESCU: Digitalschutzsysteme für Generatoren und Generator-Transformator-Blöcke 91 - 97

DE PERSONIS 98

ORSZÁGOS MŰSZAKI INFORMÁCIÓS KÖZPONT ÉS KÖNYVTÁR 1883

● ANUNȚ IMPORTANT

Colegiul de redacție al revistei «ENERGETICA» a hotărât în ședința din 26 aprilie 1994 ca publicația noastră să apară cu teme preferențiale, ținând seama de problemele importante care stau în fața energeticienilor din România.

Ca urmare, autorii sunt invitați să se înscrie în aceste teme, având în vedere că acele lucrări vor avea prioritate la publicarea în revistă.

Înainte de publicare, lucrările vor fi analizate în cadrul unor discuții de grup, la care vor participa autorii, referenții, precum și specialiștii în domeniu, invitați de Biroul de redacție.

Temele prevăzute* pentru anul 1995 și perioadele preconizate pentru discuțiile de grup respective sunt următoarele:

Seria A:

◆ Prelungirea duratei de viață și modernizarea instalațiilor electrice
– 30 iunie

◆ Probleme actuale și de perspectivă ale hidroenergeticii românești
– 30 august

◆ Planificarea integrată – necesitate pentru utilizarea eficientă a resurselor țării
– 30 octombrie

◆ Siguranța și funcționarea instalațiilor energetice
– 30 iunie

Seria B:

◆ Tehnologii avansate în producția, transportul și distribuția energiei electrice
– 4–5 mai

◆ Managementul rețelelor de distribuție
– 16–18 iunie

◆ Tehnologii noi de mentenanță
– 30 septembrie

◆ Compatibilitatea electroenergetică
– 30 noiembrie

Pentru informații suplimentare vă rugăm să vă adresați la redacția noastră din: Bd. Energeticienilor nr. 8, sector 3. Telefon 322 06 92 sau 321 69 66/251.

---

* Nu sunt menționate temele meselor rotunde care s-au desfășurat în primele 4 luni ale anului.

● ÎN ATENȚIA AUTORILOR DE LUCRĂRI PENTRU REVISTA «ENERGETICA»

– Extras din Regulamentul de funcționare* a revistei «ENERGETICA» –

Art. 27. Redacția este angajată într-o relație cu autorul (autorii) unei lucrări, din momentul depunerii și înregistrării acesteia. Din același moment, se consideră implicit că autorul (autorii) este (sunt) de acord cu prevederile Regulamentului de funcționare a revistei, precum și cu alte norme aprobate de Colegiul de redacție sau de Biroul de redacție. Redacția revistei analizează, cu ajutorul specialiștilor colegiului, conținutul lucrării și decide, prin aprobarea redactorului-șef, fie publicarea în revistă, fie înapoierea acesteia pentru refacere, fie neacceptarea publicării acesteia. Lucrarea se prezintă în două exemplare, din care unul se păstrează ca martor în redacție, iar al doilea circulă pentru recenzare, pentru eventuale modificări etc.

Martorul se păstrează în redacție doi ani de la publicare, după care se distruge sau se înapoiază autorilor la cererea lor.

---

* Autorii de lucrări sunt rugați să consulte forma integrală a Regulamentului de funcționare a revistei noastre, în care sunt cuprinse și alte prevederi importante.

Romania
RENEL
Romanian Electricity Authority

ICEMENERG
ENERGY RESEARCH AND
MODERNISING INSTITUTE
8, Energeticienilor Blvd.
79619 Bucharest 3 - Romania
fax: (401) 321 10 10; phone: (401) 321 32 41
email: srcti.@cci.vsat.ro

For over 35 years of experience ICEMENERG - RENEL turned to be the Romanian leader in all energy services

* ***R&D and demonstration projects***
* ***Nation-wide energy and environmental issues***
* ***Certifying and testing of industrial equipment and appliances***

ICEMENERG is your credible partner in:

* *energy policies and forecasts*
* *energy-related environmental issues*
* *clean energy technologies*
* *quality engineering and surveillance*
* *complete knowledge of RENEL endowment and needs*
* *a large spectrum of engineering and consulting services, audits, inspections and studies*
* *a wide range of specific equipment and components for power applications*

The works carried out in Romania and abroad consolidated the prestige of ICEMENERG.

RENEL

* *refitting works with own expertise and technologies*
* *maintenance technologies and materials*
* *a wide range of tests and measurements*
* *commissioning of power plants and substations*

OTHER DOMESTIC CLIENTS

* *capitalisation of renewables*
* *DSM projects*

FOREIGN CLIENTS

* *consultancy and engineering;*
* *hydrometry systems*
* *warranty and commissionig tests*
* *operation tests and measurements (thermovision)*
* *generator excitation systems - manufacturing and expertise*
* *turbine control systems*
* *noise dampers*

E 2039 / A

3

ENERGETICA

SERIA B

Energia în competiție

ICEMENERG

e

MAI - IUNIE 1995

-SOCIETATEA COMERCIALĂ-

ICPET

BUCUREŞTI

ICPET-SA cu peste 25 de ani de experienta in domeniul cercetarii,ingineriei si proiectarii echipamentelor termoenergetice din dotarea unor obiective energetice din tara si strainatate,partenerul dvs. ideal in afaceri,va ofera o gama larga de servicii :

* consultanţă, engineering, furnizor general pentru obiective termoenergetice şi instalaţi de depoluare şi protecţia mediului
* cercetări în domeniul echipamentelor termo-energetice
* optimizări energetice pentru folosirea raţională a resurselor energetice
* proiecte pentru echipamente energetice noi, pentru modernizări şi retehnologizări :
  - cazane de abur pentru utilizari energetice şi industriale;
  - centrale termice de încălzire, centrale termice industriale şi centrale termoelectrice transportabile;
  -turboagregate pentru producerea de energie electrică şi termică;
  - turbine cu abur pentru acţionări pompe, ventilatoare, suflante etc.;
  - compresoare, ventilatoare, suflante;
  - generatoare sincrone;
  - echipamente specifice sălii de maşini;
  - motoare electrice sincrone;
  - automatizări tehnologice.
* ingineria calităţii şi ingineria tehnologică expertizari cazane
* cercetări şi proiecte echipamente pentru depoluare şi protecţia mediului :
  - instalaţii de tratare a apei;
  - electrofiltre, separatoare mecanice.
* execută în atelierele proprii :
  - regulatoare electrohidraulice pentru turbine;
  - cazane mici şi arzătoare;
  - compensatoare de dilatare pentru temperaturi ridicate;
  - filtre de ulei pentru turbine;
  - turboagregate de mica putere;
  - supravehetoare de flacără şi automate de ardere;
  - diverse accesorii pentru echipamente.
* executa cu societaţi asociate autorizate de ISCIR şi atestate de RENEL :
  - furnituri complete de cazane de orice tip şi centrale la cheie;
  - expertizări privind starea ehipamentelor şi durata restantă de viată;
  - reparaţii de orice tip la echipamente energetice ;
  - consultanţă pentru achiziţionari de echipamente din import;
  - bilanţuri termice de optimizări consumuri.

* consulting, engineering, general supplier of thermopower units, environment depolluting and pollution control plants
* research works in the field of thermopower equipment and pollution control equipment
* power optimising works for the rational application of power resources
* projects for the new power equipment and projects for modernisation and repowering works :
  -power steam and process steam boilers, auxiliary installations;
  - thermal power plants for heating purposes, thermal power plants for industrial purposes and transportable thermo-electric power plants;
  - turbine - generator units to produce electric and thermal power;
  - steam turbines for the drives of fan, pumps, blowers, etc.;
  - compressors, fans, blowers;
  - alternators ;
  - equipment specific to the machine hall;
  -synchronous electric motors;
  - process automatic system.
* quality engineering and technological engineering boiler expert's accounts
* research works and projects for environment depolluting and environmental protection equipment :
  - water treatment plants;
  - electrostatic precipitators, mechanical dust separators.
* it carries out in its own workshops :
  - turbine electrohydraulic governors ;
  - small boilers and burners;
  - high temperature expansion joints;
  - turbine oil filters;
  - low power turbine - generator sets;
  - flame detectors and automatic firing devices;
  - miscellaneous equipment auxiliaries.
* it performs, in partnership with several Boiler Inspection Authority (ISCIR) - authorised and Romanian Electricity Authority (RENEL)- certified companies, the following :
  -any type of complete boiler supply and key - delivered power plants;
  - expert's reports concerning the equipment condition and the remaining lifetime;
  - any type of repair works for the power equipment;
  - consulting for the purchase of imported equipment;
  - thermal balance sheets showing the consumption optimisations.

Şos.BERCENI Nr.104 Sect.4 - Cod 75632 - BUCUREŞTI
Tel.: 01.683.38.25 - 01.683.20.70 - Fax: 01.683.27.47
TELEX : 11.892 - 10243 - ROMÂNIA

MŰSZAKI INFORMÁCIÓS ÉS KÖNYVTÁR KÖZPONTI 1853 ORSZÁGOS

ENERGETICA

REVISTA DE SPECIALITATE
A ENERGETICIENILOR
DIN ROMÂNIA

ANUL 43 | Nr. 3, SERIA B | MAI - IUNIE 1995

ISSN 1220 - 5141

Număr special "Competiţia în sectorul energiei"

Revista ENERGETICA a fost înfiinţată în anul 1953, continuând tradiţia vechilor publicaţii inginereşti care au avut preocupări în domeniul energiei ca, de exemplu:

- Diaru pentru vulgarizarea ştiinţelor naturale şi fizice (1870 - 1882);

- Buletinul Societăţii Politehnice (1887 - 1944);

- Buletinul Asociaţiei Generale a Inginerilor din România - AGIR (1919 - 1946);

- ENERGIA, editată de ing. Dumitru Leonida (1921);

- Buletinul Asociaţiei Producătorilor şi Distribuitorilor de Energie Electrică - APDE (1932 - 1944);

- Buletinul Institutului Român de Energie - IRE (1933 - 1944)

Opiniile exprimate în articolele publicate în revista ENERGETICA aparţin autorilor acestora.

Orice reproducere integrală sau parţială, prin indiferent ce procedeu, a materialelor apărute în revista ENERGETICA poate fi făcută numai cu aprobarea biroului de redacţie. Sunt autorizate numai citările destinate lucrărilor ştiinţifice şi volumelor în care acestea sunt inserate .

Revista apare alternativ în două serii :

- seria A, care tratează probleme de surse de energie, conversie de energie, poluare a mediului înconjurător, utilizare a căldurii etc.;

- seria B, care tratează probleme electrice, inclusiv ale centralelor electrice, staţiilor electrice, ale liniilor de transport şi distribuţie a energiei electrice , sisteme electroenergetice etc.

Fiecare serie are 6 numere pe an .

CUPRINS

VIRGIL MUŞATESCU, EUGENIU PAVEL : Editorial 103-104

KLAUS BRENDOW : Foreign Direct Investiments (FDI) in Energy/Electricity Projects in the Economies in Transition 105-110

FRANÇOIS JONQUIERES: Concurrence et reglementation dans les industries de reseau en Europe. Du cas général a celui de l'electricite 111-115

EUGENIU PAVEL, COSTIN RUCĂREANU: Monopol şi competiţie în industria electroenergetică 116-122

JEAN CONSTANTINESCU, VIOREL NEAGU : Accesul terţilor la reţea (TPA) în condiţiile sistemului energetic al României 123-129

DUMITRU MANEA, GHEORGHE INDRE : Compania de electricitate între monopol şi concurenţă 130-137

N.G. KETTING: Competition in Generation 138-140

MARK VELODY : Would the UK restructuring and privatisation model work in the Romanian electricity sector! 141-148

CĂLIN MIHĂILEANU, ION CONECINI: Considerations concernant un aspect particulier de concurrence dans l'industrie electrique entre pays d'Europe de l'Est 149-154

DE INSTITUTIONIS

LIVIU COSTIN RUCĂREANU: Despre Academia de Ştiinţe din Republica Moldova 155

RECENZII

EUGENIU PAVEL: GH. CÂRTÂNĂ, GH. GEORGESCU, M. GAVRILAŞ, CL. BONCIU : Reţele neuronale artificiale şi sisteme expert în energetică 156-157

GLEB DRĂGAN: EUGENIU PAVEL: Elemente de analiză modală 157-158

INFORMAŢII

Simpozionul Naţional de reţele electrice (Ed. VII) şi Sesiunea a X-a de comunicări tehnico-ştiinţifice de la FRE Suceava 158

Our review publishes ADVERTISMENTS for your PRODUCTS, TECHNOLOGIES, SERVICES, etc.

Please, contact us at the address:
Revista ENERGETICA
ICEMENERG, B-dul Energeticienilor nr.8,
Bucureşti III, RO 79619
Phone : (401)322 06 92 ; (401)321 69 66/251
Fax: (401)321 10 10
Telex: 10783

COLEGIUL DE REDACŢIE

BIROUL: dr . ing. Eugeniu PAVEL - preşedinte, redactor-şef; dr. ing. Jean CONSTANTINESCU - redactor-şef adjunct; prof. dr. ing. Dumitru Cezar IONESCU - redactor-şef adjunct; ing. Vasile RUGINĂ - secretar de redacţie; ing. Radu OPINCARU - reprezentant RENEL; ing. Ion CONECINI; ing. VLADIMIR CONSTANTINESCU; prof. dr. ing. Virgil MUŞATESCU ; ing. Nicolae NICULESCU; ing. Mihai NICOLAU - reprezentant ICEMENERG; dr. ing. Ioan GANEA

MEMBRI: conf. dr. ing. Florin ALEXE; prof. dr. ing. Victor ATHANASOVICI; conf. dr. ing. Adrian BADEA ; prof. dr. ing. Cornel BIANCHI; ing. Paul CARTIANU; ing. Mircea CÂRDU; ing. Marin CIOCĂNESCU; prof. dr. ing. Dorin CRISTESCU; dr. ing. Mihai CONSTANTINESCU; prof. dr. ing. Nicolae DĂNILĂ; ing. Alexandru FLORESCU; dr. ing.Laurenţiu GOIA; dr. ing.Dan GOLICIU ; prof dr. ing. Nicolae GOLOVANOV ; ing. Viorel GRIGORIU; prof. dr. ing. Dumitru IVAS; prof. dr. ing Aureliu LECA; dr. ing. Gheorghe LUCA; dr. ing. Magdalena MATEI; ing. Cornel MOŢIU; prof. dr. ing. Costin MOŢOIU ; prof. dr. ing. Constantin NEAGA; prof. dr. ing. Viorel NEGRU ; ing. Gheorghe NEGUŢ; conf. dr. ing. Valeriu NISTREANU; ing. Cornel PÂSLARU; prof. dr. ing. Alexandru POEATĂ; dr. ing. Marius POMÂRLEANU; prof. dr. ing. Florin POP; dr. ing. Teodor POPA; dr. ing. Anca POPESCU; ing. Constantin POPESCU; ing. Miron POPESCU; ing. Costin POPESCU; conf. dr. ing. Petre POSTOLACHE; dr. ing. Dan Ion PREDOIU; ing. Dan RACOVIŢAN; ing. Gabriel ROMAŞCU; ing. Anton ROŞU ; ing. Margarios SALGIAN ; ing. Mihai SĂNDULEAC; ing. Emilian SIMIAN; ing. Cristian TOTOLO; ing. Anton VLĂDESCU ; ing. Dinu VOINEA

Redactor : Ana Maria CHIVU

Redacţia şi administraţia: ICEMENERG, B-dul Energeticienilor nr.8, sector 3, CP 79619, Bucureşti
Telefon: (401)322 06 92; (401)321 69 66/251; Telex : 10783; Fax: (401)321 10 10

Tiparul executat la ICEMENERG

Editorial

În ultimul timp, în toată lumea, există o emulaţie a ideilor şi părerilor în legătură cu eficientizarea industriei energetice şi în special a industriei energiei electrice. Cauzele acestei agitaţii sunt mai greu de decelat, dar, în principal, ele pot fi căutate în două direcţii esenţiale:

• În majoritatea ţărilor cu tradiţie de piaţă liberă, sectorul energiei, iniţial descentralizat, insularizat şi privatizat, în diferite forme, a trecut la interconectarea şi unificarea unor sisteme electroenergetice naţionale, care, pentru motive tehnice şi economice, au favorizat ideea de "monopol natural". În unele state din piaţa liberă s-a şi realizat, în timp, monopolul industriei energiei electrice , fie "de stat", fie "privatizat". A urmat o nouă etapă pentru "spargerea" acestui monopol şi "fărâmiţarea" mai mult sau mai puţin adâncită a celulelor sistemului electroenergetic. Este adevărat că, în general, sectorul energiei electrice rămăsese în urma celorlalte sectoare din punctul de vedere al privatizării, descentralizării şi competiţiei.

• Trecerea ţărilor foste totalitare din arcul fostului CAER printr-o perioadă tranzitorie, oscilantă de la monopolul de stat al întregii industrii, inclusiv al industriei energiei electrice, la forme mai adecvate pieţei libere, care a suscitat discutarea şi analizarea diverselor modele organizatorice ale diferitelor ţări din vest, cu scopul alegerii modelului celui mai eficient posibil pentru condiţiile locale.

Organizaţii internaţionale de prestigiu au pus în discuţie această problemă, unele dintre colocvii având loc chiar în România.

De exemplu:

- Seminarul regional CME din 30 martie - 1 aprilie a.c. la Sinaia
- The 1995 Sympossium on Investemt Opportunities in Romania, organizat de Creditanstalt Investment Bank Group, din 19 - 20 iunie a.c. la Bucureşti
- Seminar on Power Sector Restructuring, organizat de POWERGEN şi MERZ and McLELLAN din 20 aprilie 1995 la Bucureşti
- Colocviu Comitetului de Studii nr.37 al CIGRE* ţinut la 18 mai a.c. la Tokyo şi altele

Articolele din acest număr reprezintă o parte din lucrările pezentate în cadrul mesei rotunde "Concurenţa în domeniul energetic".

Ele constituie baza unor dezbateri vii şi sunt circumscrise acestei teme extrem de importante, atât pe plan teoretic, cât şi pe plan practic şi care apare ca deosebit de actuală, mai ales pentru ramura energiei electrice din România. Totodată, ele încearcă să aducă argumente pro şi contra în legătură cu mutaţia extraordinară care se petrece acum în lume pentru serviciile publice, în particular pentru anumite segmente ale acestor servicii.

Această mutaţie nu este numai tehnică, ci şi instituţională, iar implementarea ei nu are un model general valabil, ci depinde de condiţiile specifice, caracteristice fiecărei ţări în parte.

Astfel se explică evantaiul de posibilităţi întâlnit în lume, la care polii ar putea fi consideraţii: modelul francez şi, respectiv, cel englez. Din acest motiv considerăm pozitiv faptul că portofoliul de lucrări cuprinde puncte de vedere diferite, exprimate în primul rând de reprezentanţi autorizaţi ai unor asociaţii profesionale din domeniu, ai unor întreprinderi, ai unor programe comunitare, la care au subscris specialişti reputaţi.

Scopul declarat al mesei rotunde nu a fost acela de a impune un model sau altul pentru sectorul românesc al energiei electrice, ci de a căuta şi - dacă se poate - a găsi argumente favorabile sau opuse imobilismului unor structuri sau superdinamismului altora. Indiferent de opţiunile aprig susţinute de diverşi participanţi, s-au desprins câteva elemente care pot duce la un nou mod de a privi problema, iar dintre acestea se pot aminti:

• reconsiderarea noţiunii de "monopol natural", care se adresa întregului lanţ producţie-transport-distribuţie-consum pentru energia electrică şi, prin similitudine, pentru energia termică co-generată;

• posibilitatea descompunerii sistemului în mai multe părţi ale căror caracteristici sânt total diferite, astfel încât argumentele tradiţionale nu mai sunt valabile tuturor componentelor;

• percepţia că monopolul public, justificat - în general - pentru grija de a evita risipa, poate fi prin el însuşi la originea risipei, nu numai pentru că administrarea sa nu este supusă presiunii concurenţei, dar - de asemenea - pentru că el împiedică realizarea economiilor de producţie combinată, inclusiv pentru alte utilizări;

---

* Un grup de lucru ad-hoc, înfiinţat în anul 1993, transformat în 1995 în grupul de lucru WG 37-15, se preocupă de evoluţiile recente ale structurilor organizatorice în industria energiei electrice, metode de tarifare şi de stabilire a preţurilor, liberul acces la reţea, competiţia la producere etc.

Misiunea de conducător al grupului de lucru ("Convener" - "Chef de File") a fost încredinţată iniţial lui Jack A. Casazza (SUA). În prezent coordonatorul grupului este Erkki Stam (Finlanda). Activitatea este în curs de dezvoltare.

• diferenţierea viziunii tehnologice de cea economică, rolul întreprinzătorului sau al autorităţii publice fiind acela de a concilia aceste două viziuni, adică de a căuta mijloacele tehnice pentru a răspunde pieţei deschise, pentru că obiectivele economice pot duce la idei generoase ca cea legată de interconexiunea sistemului energetic românesc cu celelalte reţele europene, ceea ce subminează implicit monopolismul acestuia.

În legătură cu aceste idei se poate ridica o serie de întrebări de un deosebit interes pentru sistemul energetic românesc:

- care este cel mai potrivit model pentru noi ?
- cum trebuie modificat cadrul instituţional şi legislativ astfel încât acesta să răspundă cerinţelor de eficienţă sporită ?
- ce distorsiuni ale pieţei există şi cum se pot înlătura ?
- ce sisteme de stimulente, bonificaţii sau penalizări trebuie realizate?
- este momentul introducerii unei taxe pe energie, pe emisiile de CO_2 sau combinată pe ambele ?
- ce alte pîrghii economice se pot utiliza ?
- ce soluţii tehnice se pot folosi şi ce mutaţii legate de structura combustibililor utilizaţi în producerea de energie electrică şi termică pot apărea ? etc.

Este evident că răspunsurile la aceste întrebări nu se pot da fără o analiză temeinică din punct de vedere, economic, tehnic, financiar şi chiar social şi - de aceea - considerăm că actualul număr al revistei constituie doar un început, urmând a fi continuat de alte mese rotunde pe aceeaşi temă sau teme adiacente.

Totodată, toate ideile, părerile şi sugestiile cititorilor le considerăm binevenite şi le aşteptăm cu interes. Sperăm că ceea ce prezentăm în acest număr al revistei noastre poate constitui un catalizator pentru abordări ulterioare, în care dorim să atragem şi alţi specialişti, în special economişti şi jurişti.

Dr.ing. Virgil Muşatescu,
membru al Biroului de Redacţie

Dr.ing. Eugeniu Pavel,
redactor şef

P.S. Masa rotundă a fost organizată de revista Energetica împreună cu Comisia de Energetică a Academiei Române, care a oferit ca spaţiu de desfăşurare Aula Mare, Direcţia Generală pentru Strategia Industriei Energiei, Petrol şi Gaze din Ministerul Industriilor, ICEMENERG, care au contribuit la buna desfăşurare a lucrărilor, precum şi Sinergy Programme of European Commission, care merită o menţiune specială prin participarea şi contribuţia directă a domnului Mark Velody.

P.P.S. La masa rotundă a mai fost prezentată lucrarea : "Creşterea rentabilităţii de furnizare a energiei electrice pentru marii consumatori - o condiţie de succes pentru viitoarea concurenţă din sectorul energetic." Autori: Florin Ciobanu, Hermina Albert, George Lavrov, Dan Preoţescu, care, din cauza spaţiului grafic limitat, nu a putut fi cuprinsă în acest număr.

Cititorii interesaţi o pot consulta fie la redacţie, fie la autori.

FOREIGN DIRECT INVESTMENTS (FDI) IN ENERGY/ELECTRICITY PROJECTS IN THE ECONOMIES IN TRANSITION

Dr. KLAUS BRENDOW

Investiţiile străine nemijlocite (Foreign Direct Investments - FDI), destinate dezvoltării industriei energiei, respectiv energiei electrice în Europa Centrală şi de Est (CEE) şi în Comunitatea Statelor Independente (CIS), reprezentau în 1993 circa 3 miliarde USD (fonduri circulate în acţiuni) şi 5,5 miliarde UDS (stoc la începutul anului). Aceste valori sunt nesemnificative în comparaţie cu fondurile (FDI) utilizate în lume şi dezamăgitoare în raport cu aşteptările şi cu posibilităţile de afaceri. În plus, fondurile destinate energiei sunt concentrate, în principal, în exploatarea şi extracţia petrolului şi gazelor, în special în Rusia, Kazahstan şi Azerbaigian.

Direcţiile de folosire a fondurilor în producerea, transportul şi distrubuţia de energie electrică se îndreaptă numai spre etapele exploratoare (vezi lista), deoarece, în aceste ţări, legislaţia cu privire la participarea investiţiilor străine este fie restrictivă , fie nu este finalizată, fie este în fază de proiect.

În prezent, problema principală pare a fi extinderea privatizării acestei industrii sensibile din punct de vedere politic şi social. Anul 1995 va reprezenta progrese în Ungaria, Polonia şi Cehia. Totuşi, investiţiile respective vor fi modeste. Un impuls semnificativ va depinde de stabilitatea politică, de restructurarea economică şi de progresul în privatizare.

Calea de urmat va fi aceea de a uni condiţiile de negociere, specifice fiecărei ţări, într-o lege generală pentru privatizare, compatibilă cu legile şi practicile internaţionale.

Registered foreign direct investments (or equity finance) in energy/electricity projects in central and eastern Europe (CEE) and the Commonwealth of Independent States (CIS) presently stand at about bill. $ (flows) and 5.5 bill. $ (stock). This is insignificant compared with world FDI and disappointing compared with expectations and business opportunities. In addition, energy FDI is concentrated in oil and gas exploration/extraction, primarily in Rusia, Kazakhstan and Azerbaijan. FDI opportunities in electricity generation, transmission and distribution while being explored (see list), have not been implemented: legislation was either restrictive as regards foreign participation, or not yet finalized, or not yet enacted.

The major issue at present appears to be the extent of privatization of this politically and socially sensitive industry. 1995 will see progress in Hungary, Poland and the Czech Republic. Related FDI would, however, still be modest. A significant breakthrough depends on political stability, economic recovery and progress in privatization. The road to go would be the merger of present ad hoc, negotiated, energy - and country-specific privatization into general provatisation law, compatible with international rules and practices.

Dr. KLAUS BRENDOW este un specialist energetician cunoscut pe plan mondial.

D-sa a fost directorul diviziei de Energie a Consilliului pentru Europa din cadrul Organizaţiei Naţiunilor Unite (UN-CEE), unde a activat cu deosebit succes.

În prezent, este directorul Programului de Cooperare pentru Europa Centrală şi de Est din cadrul Consiliului Mondial al Energiei. Bun cunoscător al problemelor energetice din Europa Centrală şi de Est, este un valoros prieten al energeticienilor români.

Prin publicarea acestui articol, numele d-sale apare a treia oară ca autor în revista ENERGETICA.

Dr. EUGENIU PAVEL

Descriptori: influenţa industriei, economie de tranziţie

I. The Question asked: Have expectations become true ?

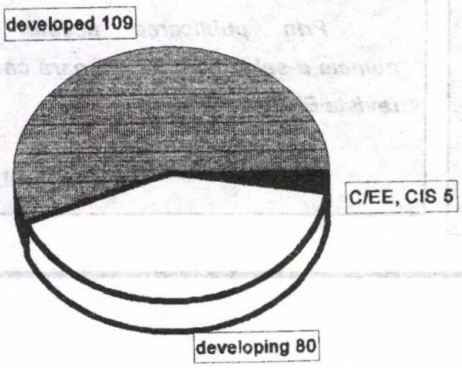
Much hope been placed, from the beginning of the political and economic reforms in central and eastern Europe and in the Commonwealth of Independent States (CIS), in foreign direct investments (FDI, or equity finance). FDI was heralded as one of the vehicles to modernize energy and electricity systems, integrate them into European and world markets and create a more efficient, service-oriented and environment-conscious enterprise culture.

The paper addresses the question, if and to what extent, these expectations have been fulfilled.

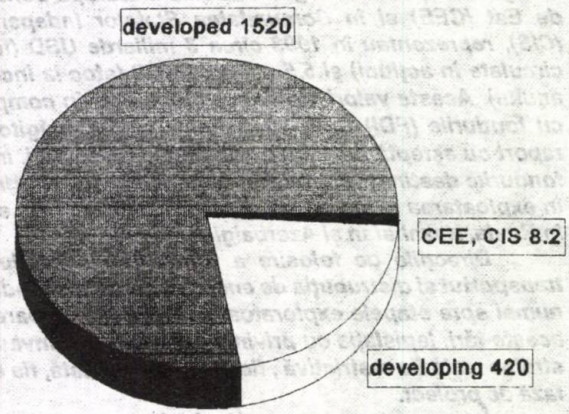
II. The appeal of FDI: strong worldwide, but weak as regards the economies in transition

Globally, FDI has developed into the preferred financing and investment mechanism for countries that need to boost the inflow of capital, technology and information, and for investors that seek a lasting and significant, if not exclusive, control over their foreign business. In 1993 global and total FDI flows were at 195 bill $, and stocks (at the end of 1992) at 1948 bill $.(fig.1, fig.2) Compared with these global numbers, total registered FDI in the economies in transition was negligible, of the order of 5 bill. $ or 3 per cent of global FDI flows, and 8,2 bill. $ or 0,4 % of global FDI stocks, respectively. Actual disbursements were even less, the ratio of implementation to registration varying from 80 % in Hungary to 30 % in Belorus.

Total world FDI flows, 1993
195 bill. $



Total world FDI stock, end 1992
1948 bill. $

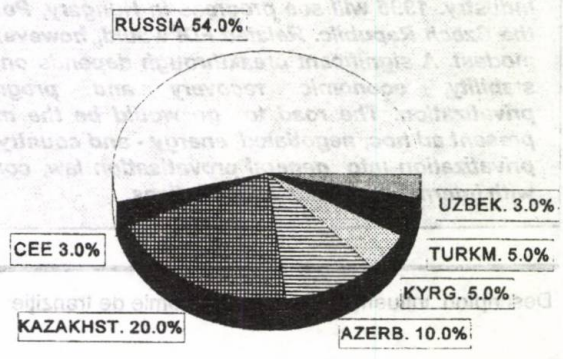


However useful FDI in the economies in transition may have been for a particular project, the overall impact on the national economy in terms of modernization, growth, employment or technology/information trensfer has been small, with the exception of Hungary. The average accumulated FDI stock stood at only 56 $/capita at the end of 1992.

III. Energy FDI in the economies in transition: important in relative, small in absolute terms, highly concentrated, and supporting a traditional energy evolution

Average annual registered energy FDI in the economies in transition was of the order of 3 bill.$ and energy FDI stock at the end of 1992 at 5,5 bill $ (fig.3).Thus, energy FDI attracted close to two third of total registered FDI in the area.

Energy/Electricity FDI, 1993
country breakdown, 1993



The bulk of implemented energy FDI was in oil and gas exploration and extraction in Russia, Kazakhstan and Azerbaijan; some in oil drilling in Albania, Hungary, Latvia and Romania. The remainder was invested in electrotechnical engineering and consulting, underground storage of gas, production of bottled gas and (under negotiation) refining.

No FDI was reported in coal, renewables, efficient end-use appliances, environmental controls. Industry cooperation takes place in these areas by means of trade or under consultative agreements.

Due to its concentration on oil and gas, energy FDI in the economies in transition supports a traditional, fossil-fuel based energy evolution, characterized by large-scale, capital-intensive operations and transnational corporations. Opportunities for demand side measures, for small and medium-sized enterprises and in resource-poor countries were not implemented.

IV. Electricity: a missed opportunity - so FAR

There is to date no aperational FDI participation in electricity generation, transmission and distribution in the economies in transition.

This is surprising as a growing number of large western utilities with a broad business spectrum is active in the region. They assist in technical and managerial reform, advise on nuclear and occupational safety and explore long-term business opportunities bearing in mind that:

- generating sites and transmission corridors become increasingly scarce in western Europe;
- the dependence on electricity imports is rising, and
- home markets offer limited scope for business expansion or profits.

The absence of electricity FDI in the economies in transition so far is due to legislation being either restrictive, not yet concluded or not yet implemented.

In some case (e.g. Romania, Slovenia, Croatia) and generally with regard to nuclear power or acquisition of land, legislation did not cater for privatization and foreign ownership. In other cases (e.g. Russia), privatization of electricity generating, transmitting and distributing facilities became in principle possible, but a decision on details such as the upper level of foreign ownership had not yet been taken. Again in other cases, the legislative process had not yet been concluded (e.g.Poland), or fully implemented (e.g. Czech Republic, Hungary).

Thus, foreign investors could only engage in exploratory or limited ad hoc negotiations, such as:

EXPLORATORY ELECTRICITY FDI IN CEE AND CIS

- the delivery of a BOT ("buy-operate-transfer") power plant (Bulgaria)
- the operation of a nuclear plant (Slovakia) by EDF and SEP
- the bidding for a combined heat and power plant in Cracow-Leg (Poland), by EDF
- the bidding for the Csepel power plant in Hungary, by POWERGEN
- the agreement between the Romanian and Ukrainian electricity authorities to construct during the next five years seven power units in the north of Romania and to share output
- the agreement between GAZPROM and KOPELOUZOS to build a 400 MW coal-fired power plant in the north of Greece
- small-scale projects in the Czech Republic (Kladno/US Consortium; Skoda/RWE)

It will be noted that this, probably exhaustive, list includes both west-east and east-west FDI.

Prospects for electricity FDI are expected to improve during 1995, as privatization would gain momentum in Poland, Hungary and the Czech Republic:

- the **Polish Government** intends to sell minority shares in several electricity plants, including to foreing investors; these could already under present circumstances obtain majority ownership in small-scale facilities;
- the **Hungarian Government** intends to privatize eight non-nuclear generating and six regional supply companies with foreing investors permitted to acquire a majority stake. Also, the national electricity distribution centre may be up for privatization to the extent of 50 % less one "golden share" held by the Government.

Electricity privatization would follow the privatization of the gas industry;

- in the **Czech Republic,** the Law on Energy of 1. 1. 1995 will be enacted during 1995 allowing for the sale of minority shares of the eight distribution companies including to foreign investors, and for the granting of concessions for small-scale, particularly CHP facilities.

1995 thus appears to be another crucial year. When it will have drawn to its end, it will be clear which balance the most advanced economies in transition intend to strike between their desire to attract foreign capital and to boost the modernization of the electricity system, their concerns to maintain control over politically sensitive electricity supplies and tariffs, and their ability to allow for effective, but fair competition. At best, it would be a modest beginning, though.

Obstacles are, though, significant. From the investor's point of view, they include civil war, political instability, social unrest, discrimination and administrative/bureaucratic impediments. A major problem faced by the host country consists of the political and social sensitivity of certain energy businesses, the handling of which requires a continued public control not only through framework legislation, but as well for major business operations. Equity FDI has, therefore, not been the preferred mechanism so far, but cooperative, negotiated agreements like production sharing or concessions.

As to the future, it is generally held that energy/electricity FDI would be facilitated by the implementation of the European Energy Charter and its Treaty, the economic recovery that would

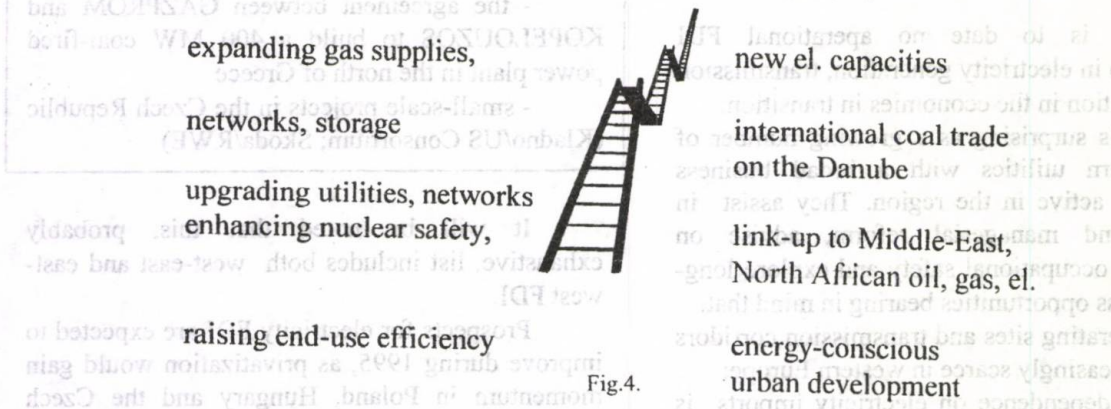


Fig.4.

V. Opportunities and constraints

The limited role of energy/electricity FDI in the economies in transition so far is not the result of a lack of opportunities (conservatively estimatedt at triple present disbursements), or of a genuine lack of interest by investors. Indeed, the latter appear strongly motivated by a search for primary energy sources, for opportunities to diversity their sales and services, for enhancing their international status as transnational players and for long-term access to electricity generating capacities.

provide a more stable political and social environment, and by progress in privatization.

In a market economy, privatization would be the "natural" avenue to attract foreign investors, which want to enjoy a lasting control over the enterprise. Competition and anti-monopoly law would offer an effective protection against market dominance.

It must be realized that public control exercised in the developed market economies by invisible means such as competition (for markets, labour or capital), stock markets, and anti-monopoly legislation are non-existent or deficient

in the economies in transition. Hence, the reluctance of governments and of the public to leave potentially dramatic decisions (to lay off workers, change traditional supplier relations, increase prices and tariffs) in the hands of a foreign investor. The bigger, less efficient and unprofitable a state enterprise, the greater the need for fundamental restructuring, and the greater the resistance to uncontrolled privatization.

It is to the credit of policy makers in the economies in transition, that they progressed on the road to privatization in the energy field, inspite of these concerns. It is equally to the credit of the foreign investors, that they made, and partially maintained, their commitments while realizing that they would not only have to comply with general privatization law, but to share "daily" business operations with workers' collectives and municipal and governamental shareholders, or to live with special restrictions such as the "golden share" that permits shareholders to veto mergers, cessation of activities or acquisition of equity.

FOREIGN INVESTOR'S CONCERNS

1. enhance political stability;
2. limit/solve territorial disputes including offshore;
3. speed up market-oriented legislation;
4. overcome fragmentation of energy infrastructure;
5. favour a FDI-prone business climate by - granting protection against expropriation except under clearly defined conditions:
   - granting the repatriation of earnings and capital;
   - granting incentives, bearing in mind international practices;
   - granting national status to FDI including as regards exploration, purchase of land and acquisition of equity;
   - defining environmental liability;
   - defining liability for taxation;
   - vesting FDI - relevant powers in one government body;
   - adhere to internationally binding agreements on FDI- relevant issues, including arbitration;
6. grant transit of energy products at the agreed terms;
7. improve the logistics (visa, communications, transportation, safety, banking, services);
8. enhance managerial skills, motivation, flexibility;
9. combat offences against correct business practices.

HOST COUNTRY'S CONCERNS

1. respect different cultural values, e.g. as regards the balance between equity and efficiency or between the individual, the collective and the government;
2. allow for more time to build up national legislation, institutions and policy instruments;
3. recognize the concern that natural resources and energy be not unduly exploited;
4. do not exploit lack of familiarity with international practices;
5. implement multilateral assistance and funding more expeditiously;
6. be realistic as to conditions, particularly securities that could be credibly offered under present circumstances;
7. extend FDI from energy exploration and production into value-added and spill-over activities;
8. involve domestic labour, management and tehnology;
9. involve domestic managers and products in the international strategies of the parent company.

VI. CONDITIONS FOR GROWTH

Reconciling the essentially antagonistic principles of privatization and public control requires a country- and sector-specific, multiple and stepwise approach:

① Energy FDI in "sensitive" fields would, in a first step, be allowed on the grounds of **partial or negotiated privatization** taking into account legitimate public interest, whereas energy FDI in nonsensitive areas would be subjected only to general privatization law. It is evident that this kind of energy FDI is not suitable for small and medium-sized investors.

② However, growingly "sensitive" activities would have to be phased out to favour the application of **general, i.e. non energy-specific privatization law.**

③ This process would have to be fitted to another process of adaptation, whereby the specifics of national privatization law are gradually eliminated to comply with **international standards** and conventions, so as to enhance the country's competitive position. The main issue here is the elimination of discrimination between national and foreign investors, particularly as regards access to energy resources and incentives.

The crucial issue in three-prong approach is the scope of "sensitive" energy activities, and, as those are often mingled up with non-sensitive activities in one and the same enterprise, their organisational separation in legally independent entities or at least profit centres.

The attitude to these issues differs between the economies in transition, with Hungary opting for the largest possible application of general privatization law and others (like Romania) maintaining full state ownership over entire energy industries.

Wherever a particular country places itself on the scale, it is in its interest to move along the road from partial to full, from energy-specific to general, and from national to internationally compatible privatization.

SCALE OF "SENSITIVE" ENERGY ACTIVITIES

HIGH

- exploration/extraction of energy resources
- ownership of gas and electricity networks
- ownership of nuclear power plants and waste disposal facilities
- underground coal mines
- gas and electricity tariffs
- acquisition of land by foreigners

MEDIUM

- single power planst, oil refineries operation (as opposed to ownership) of facilities
- pricing of oil products, butane, propane
- local combined heat and power systems
- BOT (buy-operate-transfer) contracts

LOW

- consulting
- manufacture of electro-technical equipment energy
- trade and storage, including underground gas storage
- ownership over oil, LPG pipelines and terminals

Referent: dr. ing. Eugeniu Pavel - redactor-şef al revistei Energetica

(Primit la 6 aprilie 1995, acceptat la 21 aprilie 1995)

Anunţ important

RENEL-FILIALA ELECTROCENTRALE PITEŞTI, cu sediul în Piteşti B-dul Petrochimiştilor km. 8, jud. Argeş cod poştal 0300, cod SIRUES 1245657, telefon 048/634400 int. 138, fax 048/681318, telex 18236, organizează **licitaţie publică deschisă** în ziua de 28.07.1995, ora 10^{00}, la sediul său, pentru achiziţionarea unei centrale telefonice cu configuraţia:

- 10 trunchiuri de legătură cu exteriorul:
- 100 linii interioare;
- echipamente auxiliare aferente (exclusiv bateria de acumulatori).

Ofertanţii vor transmite prin telex, fax sau adresă cererea de înscriere pe lista ofertanţilor potenţiali până la data de 30.06.1995.

Francois Jonquieres este director financiar la EdF. In prezent îndeplineşte într-o misiune PHARE funcţia de consilier financiar al RENEL la Bucureşti.

S-a format profesional la binecunoscuta Ecole Superieure de l'Electricite şi la Insititut Supérieur des Affaires, ambele din Paris.

Raportul expune modificările ce au loc în prezent în structurile organizatorice ale industriei energiei electrice din ţările europene, ceea ce a condus la o mare diversitate în acest domeniu. Se simte în mod neîndoielnic o tendinţă din partea organismelor UE de a dezintegra sistemele, de a se crea accesul liber la reţea, de a revedea reglementările existente etc.

Se face simţită şi o direcţie inversă din partea organizaţiilor naţionale, argumentată de pericolele potenţiale ale unor astfel de schimbări.

Concluzia autorului poate fi rezumată astfel: Competiţie la nivelul producerii ? Da ! Accesul terţilor la reţea ? Nu !

CONCURRENCE ET REGLEMENTATION DANS LES INDUSTRIES DE RESEAU EN EUROPE

DU CAS GÉNÉRAL À CELUI DE L'ÉLECTRICITÉ

FRANÇOIS JONQUIERES
Conseiller Financier a RENEL

Francois Jonquieres is finance director with Electricite de France. He is presently in a PHARE mission, as financial consultant to RENEL in Bucharest. His professional background consists of graduating the well-known Ecole Superieure de l'Electricite, followed by the Insitut Superieur des Affaires in Paris, one of the most prestigious post-graduated courses in economics in France.

The paper focuses the institutional arrangements present situation in the European Electricity Supply Industry, which is characterised by its diversity. There is, unquestionably, a trend to put pressure on the national electricity systems by the European Union organisms to accept the unbundling, Third Party Access to the grid, deregulation etc.

An opposing reaction appears, trying to underline the potential important drawbacks of such a trend. The conclusion of the author can be summarised as follows: Competition at the Generation level ? Yes ! Acces to the grid ? No !

Les entreprises de réseau fournissent des services dits "publics" ou "de base" grâce à l'exploitation de grands réseaux d'infrastructure, à rendements croissants, très capitalistiques et à durée de vie longue.

Ces entreprises ont longtemps été protégées pour la fourniture de leurs services de base au prix de l'acceptation d'un contrôle public étroit et en contrepartie du respect d'obligations spéciales telles que la fourniture d'un service universel et continu ou une contribution à l'aménagement du territoire.

Cette protection est en train de tomber sous la poussée d'un mouvement de déréglementation.

Les Européens devraient se poser trois questions lorsqu'ils envisagent de développer la concurrence dans les industries de réseau en général et dans le secteur électrique en particulier. Ces questions ont trait à l'effet de l'instauration de régles du jeu plus libérales sur:

- l'efficience des entreprises concernées,
- l'accomplissement de leurs missions historiques particulières, et
- les modalités de leur régulation par les pouvoirs publics.

Concurrence et efficience

Par l'ouverture des réseaux, la Commission Européenne cherche a développer un régime de concurrence ordinaire et de libre circulation des produits au sein de l'Union, en accord avec le Traité fondateur[1], et parie sur une augmentation de l'efficience des secteurs concernés.

Le pari de la Commission repose sur trois convictions:

- l'établissement de contacts directs entre producteurs et utilisateurs favorise l'invention de services adaptés aux besoins de ces derniers;
- il est facile de séparer la production du service et l'exploitation du réseau;
- la concurrence est praticable et utile sur les marchés de la production et de la commercialisation de services.

Ces affirmations sont plus ou moins vraies selon l'industrie de réseau considérée.

Une analyse des caractéristiques technico-économiques de chaque industrie s'impose, pour trouver la forme de concurrence qui lui est adaptée.

Menée dans le secteur électrique, cette analyse montre que le maintien de l'intégration verticale entre production et transport en temps réel est une nécessité technique et économique reconnue, ce qui conduit a déconseiller un régime d'ATR[2] inorganisé tel que la Commission[3] l'envisageait au départ. Les Etats-Unis[4] et le Royaume-Uni[5] l'ont bien compris et admis; les premiers ont adopté un régime de concurrence en production, le second un régime ou un "pool-exploitant de réseau", achète toute l'électricité produite à un prix unique variable dans le temps et fixé par lui à partir des offres et des prévisions de demande. Ainsi les Américains et les Britanniques ont maintenu une gestion intégrée des moyens de production-transport en temps réel.

Le régime de concurrence en production se différencie essentiellement d'un systeme d'accès de tiers au réseau organisé à la britannique par l'existence d'une régulation centralisée des investissements en production. Il présente l'avantage de permettre l'expérimentation et l'innovation techniques là où elles sont nécessaires aujourd'hui, c'est à dire en production, dans un contexte de concurrence effective, sans interdire demain un retour au modèle de gestion intégrée règlementée, s'il s'avère adéquat: l'institution dc la concurrence en production constitue une évolution conséquente, opportune et réversible.

Enfin, l'instauration d'un tel dispositif apparaît presque plus indiqué encore en Europe continentale qu'aux Etats-Unis ou au Royaume-Uni, car les Etats européens ont des systèmes électriques plus conformes à la logique du modèle de gestion intégrée règlementée, ont moins de raisons d'être mécontents de leur règlementation, et ont d'autres motivations que la seule efficience

---

1) Traité de Rome.

2) ATR: Accés des Tiers au Réseau. Ce régime est aussi désigné par le sigle TPA: Third Party Access.

3) Commission Européenne.

4) Aux Etats-Unis, la régulation est assurée au niveau de chaque Etat par une PUC, Public Utility Commission (loi de 1907). La commission de réglementation fédérale de l'énergie (FPC, Federal Power Commission, devenue par la suite FERC) a été chargée de réguler le transport et les ventes en gros du commerce inter-Etats, et du contrôle des ventes des compagnies aux distributeurs indépendants. L'opérateur de réseau exerce le rôle d'acheteur unique lorsqu'il s'agit d'ajouter de nouvelles centrales au parc desservant sa zone (Energy Policy Act de 1992).

5) Au Royaume-Uni, la compagnie NGC qui exploite le réseau, gére un "pool" qui achete toute l'électricité produite a un prix unique variable dans le temps et fixé par lui a partir des offres et des prévisions de demande. Des "contrats pour différences" peuvent être signés entre producteurs et gros acheteurs pour assurer le risque de variabilité des prix. Ces contrats permettent seulement d'obtenir une variété des prix ex-post: leur gestion est séparée de celle des flux physiques, qui reste traditionnelle.

pour réguler les investissements en production. Dit autrement:

- ☐ l'industrie électrique européenne est beaucoup moins fragmentée que son homologue américaine[6];
- ☐ il n'existe pas en Europe de défaut de reglementation tellement ancré dans les traditions politiques et culturelles[7], qu'un passage a la concurrence ordinaire apparaisse comme la seule solution réaliste pour le résorber;
- ☐ le souci d'indépendance énergétique[8] s'ajoute à celui d'efficience pour justifier un contrôle direct des investissements.

Concurrence et missions historiques particulieres

La prise en compte dans le raisonnement du fait que les entreprises de réseau rendent des services d'intérêt économique général[9], conduit a montrer à nouveau quelque méfiance à l'égard des solutions générales et radicales.

Le contenu de la mission d'intéret général d'une industrie de réseau apparaît varier non seulement d'un secteur à l'autre, mais aussi, pour un secteur donné, d'un pays à l'autre: ainsi la péréquation des tarifs de vente de l'électricité aux utilisateurs est tantôt nationale, tantôt régionale, tantôt quasi-locale. Le contenu de la mission d'intérêt général est plus large que celui d'un "service public à la française", puisqu'il inclut des devoirs tels qu'une contribution a l'aménagement du territoir, et/ou à l'independence énergétique. Enfin, la notion étendue de la mission d'intérêt général en vigueur dans les Etats Membres de l'Union Européenne n'apparaît pas contraire en elle-même au Traité de Rome. Le probleme de la compatibilité dans le cadre juridique existant du maintien de missions larges aux niveaux nationaux, avec la construction d'un marché unique et l'émergence de politiques publiques européennes, peut être utilement discuté. A condition de procéder cas par cas, c'est à dire réseau par réseau, et par analyses précises.

Du coup, la solution radicale qui consiste à dessiner des aujourd'hui les grandes lignes d'un "service d'intérêt général européen" a l'issue d'une confrontation des conceptions nationales en la matière, et à figer les principes obtenus dans un Traité révisé, n'est pas très attrayante. L'important paraît être de mener, dans chaque industrie, une discussion approfondie visant à déterminer ce que doivent être ses missions particulières à l'avenir, quelle part dans la définition de ces missions doit etre laissée aux Etats Membres, et quelles sont en conséquence les restrictions de concurrence acceptables. Au vu de l'histoire des services publics, il paraît souhaitable de faire évoluer les réglementations sectorielles, nationales et fédérales, dans un sens acceptable du point de vue du Traité, et de les soumettre à l'épreuve des faits, pour figer ultérieurement dans les textes communautaires d'éventuelles avancées communes.

Pour l'électricité, l'introduction d'une concurrence en production dans chaque secteur électrique national est une évolution qui répond mieux que l'ouverture des réseaux à la nouvelle exigence: elle conduit à la création d'un marché européen de gros sans cloisonnement, tout en permettant à chaque pays de continuer à assigner à son industrie les missions d'intéret général qu'il

---

6) Sauf exceptions, l'activité des compagnies électriques est limitée au territoire d'un seul Etat (loi PUHCA, Public Utility Holding Company Act de 1935). La taille moyenne d'un systeme électrique aux Etats-Unis n'atteint pas le quart de ce qu'elle est en Europe ou au Japon.

7) En raison de la lourdeur et de la rigueur des contrôles de la FERC, qui aux Etats-Unis a autorité sur toutes les transactions de gros, les échanges entre compagnies sont relativement faibles, malgré des écarts tres importants des couts de production et des prix de gros, qui peuvent atteindre un facteur cinq. Par ailleurs, l'application d'un principe d'équité sociale a conduit les PUC's, qui régulent les prix aux utilisateurs, a limiter les hausses des tarifs aux consommateurs domestiques, au détriment des industriels; ainsi en Californie, le prix moyen aux industriels a rejoint celui aux clients domestiques.

8) Les ressources en énergie primaire du Royaume-Uni sont importantes et ont augmenté substantiellement dans les vingt dernieres années. Ceci explique pour une bonne part l'absence de contrôle par la puissance publique des investissements en production.

9) Il est admis depuis plusieurs années que le entreprises de réseau sont chargées de services d'intéret économique général, au sens de l'article 90§2 du Traité de Rome. La Commission s'est ainsi prononcée positivement a deux reprises en 1991 et 1993 concernant l'électricité (décisions 91.50 et 93.126). La Cour de Justice de Luxembourg l'a écrit a propos des Postes belges (arret Corbeau du 19 mai 1993), et du secteur de l'électricité néerlandais (arret Almelo du 27 avril 1994), en donnant quelques indications sur le contenu du service.

souhaite, par l'intermédiaire d'obligations imposées au gestionnaire de réseau. L'importance du rôle laissé aux Etats en matière de détermination de ces missions, l'ampleur de la subsidiarité, s'expliquent par la variété des situations nationales de dépendance énergétique, et l'inexistence d'une politique énergétique communautaire.

Concurrence et modalités de régulation par les pouvoirs publics

L'examen des voies et des moyens de réguler les positions dominantes appelées a perdurer dans les industries de réseau, quelle que soit la forme de concurrence introduite, ne permet pas plus que précédemment de préconiser des solutions simples ou radicales.

Le pari de remplacer la règlementation en "cost-plus[10]" exercée par diverses branches de l'administration par un simple contrôle de prix en "price-cap[11]" confié a une agence indépendante du pouvoir politique est difficilement tenable. Les plafonds de prix doivent être fréquemment révisés... à la lumière des coûts, et appréciés en fonction de la qualité du service. Une intervention profonde de la puissance publique dans l'activité des compagnies d'électricité ne peut être évitée, ce qui donne a la question du contrôle du régulateur une plus grande importance qu'à celle de l'indépendance du régulateur vis à vis du pouvoir politique. Comme les problèmes justifiant cette intervention à chaque niveau national intéressent plusieurs parties publiques, il est inévitable et utile de confronter leurs opinions, et d'effectuer des arbitrages en cas de désaccord: l'agence seule responsable de la régulation est un mythe.

Enfin, l'instauration d'un niveau fédéral de régulation est un facteur de complication, car les arbitrages à ce niveau sont difficiles et coûteux. Le bon dispositif de régulation est alors celui qui, sans renier l'utilisation de schémas d'incitation à l'efficience, sépare les problemes pour mieux les résoudre, distribue les responsabilités en fonction de l'information et des compétences de chacun, comporte des procédures de coordination des points de vue des différents régulateurs, et limite autant que possible le chevauchement des attributions respectives des instances fédérales et nationales de contrôle.

Dans le secteur électrique, une part importante des échanges est interne aux Etats. Il est utile aujourd'hui de tolérer une différenciation des missions d'intérêt général à l'échelle nationale. Un partage des responsabilités de régulation moins dissymétrique est inévitable. A condition qu'il soit pur, comme le montre a contrario l'exemple américain[12], c'est à dire que l'acheteur unique soit... unique, le régime de concurrence en production se signale par sa capacité à simplifier cette question du partage. Dans un système où tous les Etats Membres se soumettent à la discipline d'appels d'offres pour développer la production, et où les gestionnaires de réseau doivent respecter les contraintes de la Directive Transit[13] le rôle de synthèse et d'arbitrage de l'instance fédérale est clairement défini. Ce rôle essentiel peut néanmoins rester léger; il n'est pas, comme dans un système à réseaux totalement ouverts, appelé à

10) En régulation "cost-plus", les coûts encourus sont répercutés dans les tarifs. Le régulateur contrôle ainsi le profit de l'opérateur en même temps que sa viabilité. Du fait que les prix ne sont pas immédiatement adaptés aux coûts, qu'il y a un décalage entre la variation des coûts et la révision des tarifs (ce que les Américains appellent "regulatory lag"), ce type de régulation a de fait un certain caractere incitatif.

11) En régulation "price-cap", le prix moyen de vente est plafonné, l'opérateur est libre de fixer ses prix et d'utiliser le profit dégagé. Ce type de régulation a montré ses limites au stade de l'application. Les pouvoirs publics se sont vite aperçus qu'il était impossible de ne pas renégocier les plafonds en fonction de l'observation et de la prévision des coûts, au bout de quelques années, sous peine de ruiner les prestataires ou au contraire de leur abandonner des profits excessifs. En pratique, une régulation en "price-cap" avec renégociation des contrats tous les trois ou quatre ans diffère assez peu d'une régulation en "cost-plus" avec délai de réaction.

12) L' Energy Policy Act de 1992 a reconnu le droit des distributeurs placés dans la zone d'un opérateur de réseau de s'approvisionner à l'extérieur de la zone, en traversant le réseau, dans le cadre des capacités de production existantes. Les changements de fournisseurs qui en résultent conduisent à des manques à amortir sur des investissements déjà réalisés par les compagnies. Celles-ci réclament auprès de la FERC l'absorption par les clients partants de ces manques à amortir. La FERC est ainsi sollicitée pour concevoir une tarification du transport, et l'imposer dans le cadre d'une politique générale d'acces, alors qu'elle avait délégué cette tâche de conception aux groupes régionaux de transport (RTG's, Regional Transmission Groups), et entendait légiférer au cas par cas. La question de la répartition des rôles entre les PUC's et la FERC est à nouveau ouverte, au sujet des tarifs d'acheminement de l'électricité jusqu'aux réseaux de distribution.

13) Directive de la Commission Européenne concernant le grand transport d'électricité.

croître avec le temps en champ d'intervention et en technicité, au prix de conflits coûteux avec les organes de contrôle nationaux.

Bien entendu, l'hypothèse selon laquelle tous les Etats interconnectés jouent le même jeu est critique. La question de savoir ce que deviennent les propriétés du dispositif si certains pays adoptent le système de l'acheteur unique alors que d'autres ouvrent leurs réseaux sans organiser la concurrence est aujourd'hui ouverte.

Cette question est loin d'être la seule interrogation à explorer. La déreglementation provoquée par l'Acte Unique[14] dans les industries de réseau n'est en effet que le point de départ d'un vaste mouvement de recomposition de ces industries dans un champ géographique plus large, et de reconception de leur cadre règlementaire dans un univers plus complexe.

Referent: ing. Vasile Rugină - Institutul de Cercetări şi Modernizări Energetice - ICEMENERG, Bucureşti

(Primit la 30 martie 1995, acceptat la 21 aprilie 1995)

14) Acte Unique Européen.

Informaţii

Am primit la redacţie numerele 3-4/94 ale cunoscutului periodic *Buletin scientifique de l'Association des Ingénieurs Electriciens* sortis de l'Institut d'Eléctricité Montefiore (AIM) din Liege - Belgia.

Articolele care fac parte din conţinutul acestui număr dublu sunt urmarea unor "Jurnées Internationales d' Information et d'Etude sur les NEOMATERIAUX", care ar fi trebuit să aibă loc în zilele de 15 şi 16 martie 1994, la Bruxelles.

Din păcate, organizatorul, "Le Comité Scientifique de l'AIM", s-a găsit în situaţia de a anula această manifestare datorită insuficientului interes acordat de potenţialii auditori.

Totuşi, un număr de autori au prezentat lucrări valoroase referitoare la subiecte mai puţin dezvoltate în literatura tehnică obişnuită, care au fost cuprinse în acest număr dublu al publicaţiei amintite.

Astfel, problematica privind utilizarea ceramicii în energetică este dezbătută în mai multe articole, referitoare la proprietăţile fizice, modul de elaborare industrială, aplicaţiile în reţelele de transport de energie electrică etc.

Materialele piezoelectrice sunt analizate în contextul aplicaţiilor la motoarele ultrasonice.

Polimerii, fibrele optice plastice, polimerii feroelectrici (utilizaţi în piezo şi piroelectricitate) etc. au multiple aplicaţii în energetică.

Autorii materialelor sunt cadre didactice din învăţământul superior, cercetători, specialişti din Belgia.

Revista poate fi consultată la redacţia revistei noastre sau la biblioteca ICEMENERG.

Redacţia

MONOPOL ŞI COMPETIŢIE ÎN INDUSTRIA ELECTROENERGETICĂ

dr. ing. PAVEL EUGENIU *
ing. LIVIU COSTIN RUCĂREANU

Autorii arată cum anumite caracteristici ale energiei electrice pot conduce spre monopol şi dirijism de stat şi cum s-a manifestat această tendinţă în ţările cu regim totalitar, în cele cu economie de piaţă şi în cele în curs de dezvoltare. Pentru exemplificare, se expune modul de organizare a industriei energiei electrice în mai multe ţări, evoluţia acesteia şi tendinţele pentru viitorul apropiat.

În cazul situaţiei actuale din România, se scot în evidenţă factorii care ar putea favoriza trecerea către privatizare şi un regim de concurenţă, precum şi factorii nefavorabili acestei acţiuni.

În final se consideră că privatizarea şi competiţia ar putea avea efecte pozitive în România şi că pentru început s-ar putea aplica forme inferioare (de noncesiune), urmând ca într-o fază ulterioară să se treacă la forme superioare (de cesiune).

The authors show how some of the electric energy characteristics can lead to monopoly and state control and how this trend acted in the totalitarian regime countries and in the market economy ones. For exemplification, the organisation of the electricity industry in several countries, its evolution and the trends for the next future, are shown. Taking into consideration the Romanian present state, the emphasis is made on factors able to ensure the transition to privatization , on competition regime as well as on factors hostile to this action.

Finally, the privatization and the competition could have benefic effects in Romania and for the beginning, inferior forms (non cession form) could be applied following that in a subsequent stage, the transition to superior forms (cession form) be accomplished.

Descriptori: competiţie, legislaţie, industria energiei electrice

1. Monopolul în energetică

Este bine cunoscut faptul că energia electrică, în calitatea ei de produs util societăţii, are caracteristici diferite faţă de alte mărfuri. Producerea şi consumul energiei electrice implică sincronia proceselor, deoarece această formă de energie nu se poate stoca industrial cu mijloacele tehnice actuale. Ca urmare, trebuie să existe o relaţie de simultaneitate între producător şi consumator.

În afară de aceasta, practica dezvoltării industriei energiei electrice a demonstrat faptul că este bine ca elementele de producere, transport şi distribuţie să fie interconectate pe suprafeţe cât mai mari, deoarece, în acest fel, se realizează o eficienţă mărită a proceselor, posibilitatea întrajutorării în caz de avarii, optimizarea investiţiilor etc. Trebuie subliniat faptul că relaţia de simultaneitate a influenţat ideea de integrare a consumatorului în sistemul energetic, incluzându-l astfel într-un ansamblu coerent de producere, transport, distribuţie şi utilizare a energiei

* Redactor-şef al revistei Energetica

electrice. În ultimul timp se are în vedere din ce în ce mai mult aplicarea conceptului DSM (Demand Side Management) [1].

În acest context este interesant de amintit şi gândirea regretatului academician Paul Dimo, care preconiza interconectarea sistemelor energetice pe o scară cât mai mare, tinzând la limită către un "sistem energetic planetar" [2]. O asemenea soluţie ar prezenta avantaje suplimentare prin compensarea diferenţelor curbelor de sarcină de pe meridiane diferite sau chiar de pe latitudini diferite.

Aceste particularităţi ale energiei electrice implică necesitatea unor strategii care să ducă la optimizarea funcţionării ansamblului; aceasta se poate realiza ţinând seama de diverse criterii, dintre care se amintesc cele mai uzuale:

- minimizarea consumului de combustibil;
- minimizarea costurilor.

În ambele variante se foloseşte metoda optimizării unei funcţii obiectiv, având în vedere şi funcţiile de restricţii. Este evident că varianta minimizării costurilor poate fi folosită şi în cazul unor secţiuni din sistemul energetic, când intervin şi funcţiile de costuri marginale, la graniţele acestora.

Tendinţele moderne de extindere în cât mai mare măsură a sistemelor energetice prin interconexiuni multiple duc la necesitatea uniformizării parametrilor de funcţionare a instalaţiilor şi a standardelor de calitate. Trebuie menţionat faptul că în unele cazuri, interconexiunile între sistemele electroenergetice mari se realizează prin conversii CA/CC/CA, în scopul evitării modificării parametrilor, mai ales în cazul sistemelor cu parametri necorespunzători. Este discutabil dacă procedura aceasta este justificată, dat fiind că instalaţiile sunt relativ scumpe şi nu sunt stimulatoare pentru calitatea energiei vehiculate în sistemul "slab".

Caracteristicile menţionate, ca şi importanţa energiei electrice în economia naţională a unei ţări au dus la ideea dirijismului de către stat a industriei energiei electrice. Această idee a fost exploatată din plin de regimurile totalitare, în special de cele cu nuanţă socialistă, care în programele lor de guvernare au pus-o pe primul plan, considerând energia electrică pionul de bază în dezvoltarea industriei. A rezultat ideea că industria energiei electrice trebuie să devină un monopol de stat. Conceptul de monopol în acest domeniu a fost însuşit şi folosit şi în unele ţări cu economie de piaţă; în aceste ţări industria energiei electrice a fost preluată de stat şi organizată sub forma unei companii centrale pe întreg teritoriul ţării. Justificarea acestei proceduri a fost controlul unei activităţi vitale pentru stat, necesitatea menţinerii tarifelor pentru energia electrică în limite rezonabile, precum şi o organizare mai economică.

O situaţie similară se găseşte în multe ţări în curs de dezvoltare din Asia şi Africa, unde statul a considerat electrificarea ca o problemă cheie a dezvoltării, pe care are datoria să o rezolve, creând întreprinderi publice care să urmărească introducerea energiei electrice pe întreg teritoriul ţării. Exemple în acest sens se pot da ţări ca Pakistan (Water and Power Development Authority-WAPDA), Nigeria (Nigerian Electric Power Authority - NEPA), Iordania (Jordan Electricity Authority - JEA), Egipt (Egyptian Electricity Authority - EEA) etc. Aceste exemple pot duce la părerea că există un monopol natural al industriei energetice, părere întărită, într-o oarecare măsură, şi de faptul că într-o anumită zonă, în care statul sau chiar o companie particulară posedă o reţea de distribuţie din care alimentează abonaţii din acea zonă, este dificil sau chiar necconomic să existe o reţea paralelă care să o concureze. Dacă în privinţa producerii energiei electrice competiţia este mai uşor de realizat, distribuţia are un caracter care o poate conduce la monopol.

2. Modul de organizare a industriei energiei electrice în diferite ţări

Modul de organizare a industriei energetice în lume este foarte variat, diferind de la ţară la ţară. La o extremitate se plasează ţările foste socialist-totalitare, dar nu numai, în care industria energetică este în totalitate în mâinile statului, sub o conducere unică, iar la cealaltă extremitate, ţări ca Elveţia, unde există circa 1200 întreprinderi particulare în acest domeniu, din care circa 800 locale, sau fosta RFG, unde există, de asemenea, un mare număr de întreprinderi energetice particulare. Pentru edificarea prezentăm câteva exemple semnificative.

Franţa. După cum bine se cunoaşte, industria energetică este organizată într-o unică societate de stat (EdF), care produce peste 90 % din totalul energiei electrice din Franţa [3].

Această societate apărută în urma unei legi a naţionalizării încă din anul 1946, a dus o politică vizând independenţa energetică a Franţei, trecând încă din 1974 la un important program de producere a energiei electrice pe cale nucleară, astfel încât aceasta reprezintă în prezent circa 3/4 din producţia totală de energie electrică. EdF a înregistrat succese şi în alte domenii: este cel mai mare exportator de energie din apusul Europei, preţul energiei electrice din Franţa este mai redus decât în ţările învecinate, a dus o bună politică ecologică. Aceste reuşite sunt în general apreciate în Franţa, atât de publicul larg, cât şi de parlament. În acelaşi timp, sunt şi păreri care consideră că sistemul electroenergetic francez, ca şi cel al gazului, ar trebui să se pună de acord cu recomandările Comunităţii Europene în privinţa monopolurilor şi a liberei concurenţe.

În scopul studierii acestei probleme, guvernul francez a constituit în 1994 un grup de lucru, condus de domnul Claude Mandil, director general al energiei şi materiilor prime din Ministerul Industriei, Poştelor, Telecomunicaţiilor şi Comerţului Exterior [4]. Raportul Mandil, care menţionează că nu se doreşte neapărat o schimbare de dragul schimbării, nici o aplicare dogmatică a principiilor liberale, recomandă, totuşi, unele schimbări, propunând suprimarea monopolului în domeniul producerii energiei electrice, argumentând că nu este logic ca întreprinderile industriale, supuse concurenţei şi legilor pieţii pentru vânzările lor, să nu beneficieze de aceste legi pentru cumpărarca energiei. În ceea ce priveşte reţeaua de transport, raportul consideră că trebuie să rămână un monopol al EdF. Raportul Mandil mai propune suprimarea monopolului de import şi export al EdF, acesta urmând să fie înlocuit cu un sistem de autorizaţii administrative, care ar avea drept scop evitarea de intermediari în aceste operaţiuni.

Raportul Mandil a fost criticat atât de consiliul de Administraţie al EdF, care este de părere că nu e necesar să se schimbe ceva care merge bine, cât şi de sindicate, care consideră că o societate eficientă nu trebuie să fie sacrificată unei ideologii. Rămâne de văzut care va fi evoluţia în viitor a acestei controverse şi care va fi hotărârea guvernului francez.

Germania. După cum s-a arătat, în fosta RFG există un mare număr de producători şi distribuitori particulari.

Reglementarea în industria energetică se realizează prin intermediul mai multor legi cu caracter general, bine corelate: Codul Civil, Codul Comercial, Legea Companiilor, Legea Muncii, Legea Cartelurilor etc.

În teritoriile din fosta RDG, care constituie în prezent patru landuri din Germania unită, s-a pus problema trecerii la economia de piaţă şi alinierea la standardele europene a sectorului energetic. Această acţiune a comportat [5]:

- oprirea producţiei în centralele nucleare cu reactoare cu apă sub presiune tip VVER de fabricaţie sovietică;
- modernizarea centralelor care utilizează cărbune inferior;
- realizarea unor noi centrale termoelectrice de condensaţie şi de termoficare;
- dezafectarea unor grupuri energetice cu puteri mici.

În acest scop s-au făcut eforturi mari şi s-au cheltuit sume importante.

În prezent, privatizarea industriei energetice din fosta RDG este practic încheiată [6].

Regatul Unit al Marii Britanii şi al Irlandei de Nord

Această ţară este un exemplu tipic pentru oscilaţiile produse în organizarea şi în concepţia economică a sectorului energetic, prin trecerea de la privatizare la etatizare şi apoi invers. Astfel, în anul 1948, sub guvernul laburist, a avut loc naţionalizarea industriei energetice din Anglia, în cadrul unei organizaţii unice, Central Electricity Authority - CEA [7]. La 1 ianuarie 1958 aceasta este înlocuită cu un Consiliu al Energiei Electrice (Electricity Council - EC), un organism de coordonare generală, prin care se realizează legătura cu guvernul, respectiv Ministerul Energiei (Ministry of Power) şi o organizaţie centrală de producere a energiei electrice (Central Electricity Generating Board - CEGB), care avea în sarcina sa şi transportul energiei, precum şi mai multe organizaţii regionale de distribuţie a energiei electrice (Area Electricity Boards - AEB). Prin această organizare, industria energiei electrice din Anglia era în totalitate un monopol al statului. În Scoţia şi în Irlanda de Nord existau, de asemenea, întreprinderi de tip monopol de stat.

Începând cu anul 1988 au apărut schimbări în sens invers (de la monopol la descentralizare şi privatizare).

Guvernul, conservator de această dată, a publicat o *Carte albă* cu propuneri de privatizare în Anglia şi Ţara Galilor (Wales), în care se prevedea:

- trebuie avute în vedere în primul rând necesităţile şi interesele consumatorilor;
- concurenţa este garanţia cea mai bună pentru interesele consumatorilor;
- legislaţia trebuie să aibă în vedere protejarea consumatorilor, încurajarea concurenţei, o bună politică a preţurilor;
- siguranţa alimentării cu energie electrică trebuie să aibă prioritate în decizii;
- personalul din industria energiei electrice trebuie să fie stimulat în vederea bunei funcţionări a sistemului;
- guvernul nu trebuie să se amestece în afacerile comerciale ale societăţilor din domeniul energetic.

Aceste principii au fost înscrise în legea energiei electrice din anul 1989 [8] şi constituie unele din principalele ei prevederi. Pe baza acestei legi s-au privatizat în primul rând, în decembrie 1990, cele 12 companii de distribuţie din Anglia şi Ţara Galilor. În martie 1991, din fosta CEGB s-au constituit două companii privatizate, producătoare de energie electrică, folosind combustibili clasici, şi anume *National Power (NP)* şi *Power Generation (PG)*, o companie de transport de energie *Naţional Grid Company (NGC)* şi o companie cuprinzând centralele nucleare *Nuclear Electric*, care a rămas deocamdată în proprietatea statului. În prezent se vorbeşte şi de privatizarea acestei companii [9]. Cele 12 companii de electricitate (REC) au primit licenţă pe timp de 25 ani pentru distribuirea energiei electrice pe teritoriile lor. Este însă interesant de arătat că încă din anul 1990 abonaţii cu o putere absorbită de peste 1 MW au avut posibilitatea să-şi aleagă furnizorul; din aprilie 1994 au această posibilitate şi cei cu peste 100 kW, iar din 1998 vor avea toţi abonaţii [10]. Dintr-un studiu efectuat de "Offer", organismul care asigură reglarea pieţei britanice de electricitate, rezultă că furnizorii de energie electrică îşi fac tot mai multă concurenţă pe piaţa consumului industrial. Circa o treime din cei 5000 de industriaşi englezi şi galezi care sunt autorizaţi să se aprovizioneze în afara zonei de deservire a companiilor de distribuţie pe teritoriul cărora se află uzinele lor, s-au adresat altor furnizori [11].

Italia. Şi în Italia sunt discuţii aprinse în legătură cu privatizarea ENEL-ului, societatea care deţine în prezent monopolul producerii, transportului şi distribuirii energiei electrice.

Din informaţii recente [12] rezultă că acordul intervenit cu privire la privatizarea ENEL-ului apare ca un compromis între partizanii unei dezmembrări complete a acestei companii şi cei care doresc o privatizare în cadrul structurilor actuale. Guvernul a decis ca, înainte de privatizare, ENEL să se reorganizeze în structura sa profundă; în acest fel activităţile de producere vor fi plasate în una sau mai multe societăţi, controlate 100 % de ENEL, iar transportul şi distribuţia vor rămâne sub controlul direct al holding-ului, având însă o autonomie structurală şi contabilă. Responsabilităţile centrului naţional de control (dispecerul naţional), precum şi ale celor opt dispeceri regionali vor fi repartizate unui consorţiu independent, care va regrupa ENEL-ul, regiile municipale şi producătorii independenţi. Până în 1998, ENEL va trebui să vândă jumătate din mijloacele sale de producţie; în acest fel, partea sa din afacere va trece de la 85 %, în prezent, la mai puţin de 50 %.

x

x x

Se constată, de asemenea, că există hotărâri sau intenţii de privatizare şi de înlăturare a monopolului în multe alte ţări cu economie de piaţă, în care industria energiei electrice a avut caracter de monopol, atât din cele dezvoltate, cât şi din cele în curs de dezvoltare. Se poate da ca exemplu **Pakistanul**, pentru care Banca Mondială a aprobat un împrumut de 320 000 000 USD, în vederea privatizării societăţii de stat WAPDA [13].

În ţările din Europa de est, trecerea la privatizarea industriei energiei electrice se află în diferite faze. Astfel, în **Slovacia**, guvernul a întocmit un proiect de lege pentru a stabili condiţiile de privatizare a centralelor electrice [14]. În **Ungaria**, parlamentul a votat privatizarea industriei energiei electrice, stabilind separarea producţiei de distribuţie şi prevăzând ca statul să-şi reţină 25 % din proprietatea referitoare la centralele termoelectrice mari, precum şi controlul total al centralelor nucleare [15].

3. Rolul statului

Având în vedere importanţa industriei energiei electrice în buna funcţionare a economiei ţării în ansamblu, statul trebuie să-i acorde o atenţie deosebită. Rolul şi gradul de implicare ale statului pot diferi mult, în funcţie de concepţia politică şi organizatorică. Într-o concepţie cu caracter de monopol, în care relaţiile dintre producător, distribuitor şi consumator sunt de tip serie şi într-o singură direcţie [16], consumatorul neputând să-şi aleagă furnizorul, rolul statului este determinant. El trebuie să apere atât interesele sale generale, cât şi cele ale consumatorului, pentru a nu permite ca acestea să fie lezate de eventuale interese contradictorii ale monopolului.

Cu totul altfel se prezintă situaţia într-un sistem privatizat, concurenţial, în care relaţiile sunt "cu legături reciproce", consumatorul putând alege producătorul şi furnizorul şi unde se pot stabili contacte directe între parteneri. În acest caz, majoritatea problemelor se pot rezolva direct, la niveluri inferioare, rolul statului fiind mult diminuat.

În cazul organizării de tip monopol, statul trebuie să aibă în grijă:

- o politică energetică vizând dezvoltarea în viitorul apropiat şi într-o perspectivă mai îndepărtată;
- folosirea raţională a resurselor energetice, atât a celor interne, cât şi a celor care se asigură prin import, menţinând un echilibru care să conducă la economicitate, dar să nu neglijeze problemele sociale aferente;
- controlul activităţii nucleare;
- controlul schimbului de energie electrică cu ţările vecine;
- reducerea poluării şi încadrarea în normele acceptate, prin folosirea centralelor electrice mai puţin poluante, prin retehnologizare etc.;
- o politică tarifară şi de preţuri echilibrată;
- încadrarea energiei electrice produse în normele de calitate;
- utilizarea eficientă a energiei, prin măsuri la producere, transport, distribuţie şi consum etc.

Toată această activitate a statului implică existenţa unor organe de specialitate, care să poată elabora şi apoi controla conceptele respective. În cazul în care statul este şi propietarul industriei energetice, la cele de mai sus se adaugă necesitatea organizării şi administrării acesteia în vederea unei activităţi economice.

În situaţia unor relaţii de tip concurenţial, cu legături "reciproce", rolul statului se simplifică esenţial, principala sa sarcină constând în elaborarea unor legi şi reglementări, care să fie bine corelate cu legile cu caracter general ale ţării, şi prin stabilirea unor taxe şi bonificaţii care să elimine sau să încurajeze anumite situaţii, în sensul cerut de interesul general. Astfel, de exemplu, pentru reducerea poluării se pot stabili penalizări aplicabile centralelor electrice care depăşesc emisiile de noxe stabilite prin norme; pentru a evita aceste penalizări, respectivele centrale vor fi puse în situaţia de a lua măsurile necesare de reducere a emisiilor. În cazuri speciale se pot lua chiar măsuri extreme de oprire a instalaţiilor necorespunzătoare.

Pentru calitatea energiei produse şi a serviciilor, ca şi pentru creşterea eficienţei utilizării energiei electrice în întreg ciclul ei tehnologic, statul trebuie să stabilească standarde, care să fixeze condiţii minimale obligtorii.

O îmbunătăţire a activităţii energetice într-o organizare competiţională o poate aduce aplicarea conceptului DSM, care conduce la o mai bună colaborare între producător, distribuitor şi consumator, în scopul creşterii eficienţei pe ansamblul sistemului energetic [16].

În practică, între situaţiile extreme arătate mai sus (monopol sau concurenţă complet liberă) există situaţii intermediare, în care statul poate fi mai mult sau mai puţin implicat, în funcţie de condiţiile locale, sociale, economice şi politice.

4. Consideraţii privind situaţia din România

Alegerea unei soluţii de organizare a industriei energiei electrice în România este condiţionată de o serie de factori, unii dintre ei specifici energiei electrice, alţii caracterizând situaţia actuală din ţara noastră.

Din prima categorie notăm:

- necesitatea unor investiţii foarte mari, în special în instalaţiile de producere a energiei electrice, atât în cazul unor centrale noi, cât şi în cazul retehnologizării celor existente;
- termene de recuperare a investiţiilor foarte lungi;

- tendinţe de alunecare spre monopol a serviciilor din sectorul energiei electrice, în special la distribuţia în localităţi, unde existenţa mai multor distribuitori este dificilă.

Ca factori specifici situaţiei actuale din ţară se pot considera:

- situaţia dificilă a economiei româneşti în urma scăderii dramatice a producţiei industriale şi a activităţii sociale în general;

- stadiul tehnic necorespunzător al instalaţiilor existente, depăşite tehnic şi moral, datorită vechimii, uzurii, nerespectării unor norme de calitate etc.;

- o intensitate energetică în industrie de circa trei ori mai mare decât în Europa de vest [17];

Faţă de factorii nefavorabili arătaţi mai sus, există şi o serie de factori care pot influenţa în mod favorabil viitorul energeticii româneşti. Astfel:

- semnarea de către România a Cartei Europene a Energiei:

- scăderea activităţii industriale în România în ultimii ani care are şi un aspect aparent favorabil, întrucât în sistemul electroenergetic s-a creat o rezervă de putere şi de energie, obţinându-se un "respiro" pentru realizarea unor noi investiţii;

- există în România un început de legislaţie privind privatizarea;

- există mai multe programe de asistenţă tehnică: PHARE, USAID etc., care au ca rol reabilitarea instalaţiilor energetice.

Ţinând seama de cele de mai sus, se consideră că şi în România există condiţii incipiente pentru a se trece la o competiţie prin privatizare, care s-ar putea realiza pe diferite trepte intermediare, începând cu trepte inferioare de "noncesiune" până la privatizare completă (vezi anexa). Aceste condiţii vor pregăti terenul pentru:

- competiţia extinsă între centralele electrice; în treptele următoare, până la posibilitatea formării de capital naţional românesc, se va putea antrena capital străin;

- atragerea de noi capitaluri, în special din străinătate, pentru noile investiţii, care vor fi necesare aproximativ după anul 2000, pentru acoperirea creşterilor de putere şi de energie: centrale termoelectrice şi hidroelectrice, grupuri nucleare noi la Cernavoda şi în alte centrale nuclearoelectrice etc.;

- privatizarea întreprinderilor de distribuţie, a transportului de energie electrică şi a organizaţiilor de dispecer; referitor la distribuţia energiei electrice trebuie analizate diferite soluţii, între care cele ale modelului englez, în care s-a făcut o privatizare rapidă şi integrală a fostelor organizaţii de distribuţie, şi cele ale modelului italian, care costă într-o primă etapă dintr-o restructurare cu o autonomie parţială, urmând a se hotărî ulterior modul de privatizare. Un cuvânt hotărâtor în privinţa viitorului organizaţiilor de distribuţie îl vor avea şi forurile locale (primăriile, prefecturile), care au datoria să apere interesele cetăţenilor.

ANEXA

Recomandări ONU pentru introducerea privatizării şi înlăturarea monopolurilor

Ţinând seama de importanţa şi implicaţiile privatizării pe plan internaţional, Organizaţia Naţiunilor Unite, prin Conferinţa Naţiunilor Unite pentru Comerţ şi Dezvoltare, a constituit un grup de lucru, care, printr-un document oficial, a sintetizat experienţa ţărilor în această materie şi a scos în evidenţă principalele elemente care ar putea fi reţinute ca principii directoare şi ca opţiuni în elaborarea programelor de privatizare, pe care guvernele sau organizaţiile interesate le-ar putea folosi [18]. În cele de mai jos sunt extrase unele definiţii şi recomandări, care ajută la o înţelegere mai bună a fenomenului.

Privatizarea este un proces de ajustare structurală a sectorului public al economiei, printr-o redefinire a rolului statului, care se retrage din activităţile pe care sectorul particular le poate exercita mai bine, pentru a promova eficienţa economică. Deşi este o operaţie economică şi comercială, privatizarea rezultă dintr-o opţiune politică.

Privatizarea se poate face în etape şi poate îmbrăca două forme de bază: non-cesiunea şi cesiunea; există şi o formă particulară, şi anume dezvoltarea infrastructurilor de către sectorul privat.

Non-cesiunea reprezintă o formă inferioară sau de început a privatizării, urmărind să dea o viabilitate comercială întreprinderilor publice. Aceasta poate fi realizată prin:

- privatizarea prin contracte de gestiune, închiriere, concesiuni de exploatare;

- asocieri de întreprinderi publice şi particulare;

- restructurarea destinată să îmbunătăţească activitatea şi să mărească valoarea întreprinderii publice prin reorganizarea în întreprinderi mai mici sau unităţi mai raţionale, asanare financiară, injecţie de noi investiţii.

Pentru a ameliora rezultatele întreprinderilor publice, statul mai poate folosi o serie de măsuri ca: suprimarea subvenţiilor, un sistem de evaluare a rezultatelor, stabilirea unor obiective precise, supunerea întreprinderii la jocul concurenţei, inclusiv la riscul de faliment etc.

Cesiunea reprezintă privatizarea capitalului. Aceasta se poate realiza prin diferite metode:

- vânzare directă, totală sau parţială,a capitalului;
- vânzări la licitaţie, în special pentru întreprinderi mici şi mijlocii;
- oferte publice la bursă, în general pentru întreprinderi publice rentabile şi de mare anvergură;
- vânzarea către salariaţi sau către o echipă din cadrele întreprinderii;
- privatizarea de masă;
- lichidare, urmată de vânzare de active.

Privatizarea infrastructurilor, sau dezvoltarea acestora de către sectorul privat, poate lua următoarele forme:

- vânzarea infrastructurilor;
- vânzarea societăţii responsabile de infrastructuri;
- transferul unui contract de exploatare sau de întreţinere;
- vânzarea de drepturi de proprietate.

Problema privatizării infrastructurilor are un caracter special, având în vedere: investiţiile de început mari, perioadele lungi de amortizare, beneficii mici la început, precum şi posibilitatea instituirii unui monopol cu avantaje dar şi riscuri pentru investitori.

Pentru ca privatizarea să aibă succes, se impun din partea autorităţilor următoarele condiţii:

- un angajament politic ferm pentru promovarea privatizării şi întărirea sectorului particular în economia naţională;
- precizarea şi definirea obiectivelor politice, economice şi financiare;
- încurajarea concurenţei;
- instituirea unui cadru juridic precis, suplu şi transparent pentru operaţiile de privatizare;
- instituirea unui mecanism eficace pentru a pregăti şi a dezvolta privatizarea;
- crearea unui sistem de protecţie socială.

Documentul ONU prevede şi alte recomandări referitoare la pregătirea privatizării, promovarea concurenţei, asigurarea intereselor consumatorilor, protecţia salariaţilor etc.

BIBLIOGRAFIE

[1] Patterson, C. W. *Demand Side Management - de la vest la est.* In: Energetica, nr. 3 B/1994.

[2] Dimo, P. *Sistemul energetic planetar.* Ed. Academiei Bucureşti 1988.

[3] Rucăreanu, C. *Aspecte din energetica Franţei.* In: Energetica, nr. 5 B/1992.

[4] x x x *Cronică. Raport Mandil: Les monopoles d'EdF en question.* In: RGE nr.4/1994.

[5] Moţoiu, C. *Date şi informaţii legate de sistemul electroenergetic german.* In: Energetica, nr. 4 A/1994.

[6] x x x *Power in Europe.* Financial Times, 3 June 1994.

[7] Mihăileanu, C. *Rezultate şi unele orientări în activitatea de producţie şi de cercetare în industria energiei electrice în Anglia.* In: Energetica, nr.6/1970.

[8] Pavel, E. *Situaţia industriei energiei electrice în Marea Britanie şi Irlanda de Nord (United Kingdom) după privatizare.* In: Energetica, nr.5 A/1992.

[9] x x x *Privatize - us, please !* In: Electricity UK, nr. 18/1994.

[10] Bartlett, J. W. *A setep towards the customer.* In: RGE, nr.7/1994.

[11] x x x Grande Bretagne. *De nombreux industriels ont changé de fourniseur.* In: RGE, nr.4/1994.

[12] x x x Italie. *Solutions de companies pour la privatisation de l'ENEL.* In: RGE, nr. 1/1995.

[13] x x x *Pakistan. World Bank Loan for WAPDA privatisation.* In: MPS, aug.1994.

[14] x x x *Slovakia. Privatisation bill hammered out.* In: MPS, aug. 1994.

[15] x x x *Hungary. Parliament votes for Power privatization.* In: MPS, may 1994.

[16] Pavel, E., Rucăreanu, C. *DSM în condiţiile ţărilor cu economia în tranziţie.* In: Energetica, 1 B/1995.

[17] Rugină, V. *Energy Policies of Romania* - Recenzie a IEA/OECD 1993. In: Energetica, nr. 6A/1994.

[18] x x x *Conférence des Nations Unies sur le Commerce et le Développement.* Conseil de Commerce et du Développement. Groupe de Travail spécial sur la comparaison de l'expérience des pays en matiere de privatisation. Quatrieme scssion. Geneve, 5 Avril 1994 TD/B/WG 3/14 - 21 01 94.

Cei interesaţi sunt invitaţi să consulte şi următoarele lucrări:

[19] Baker, M. J. ş.a.: *Marketing: Theory and Practice (Second Edition)* Ed. MacMillan Education LTD Hong-Kong, 1981.

[20] Koutsoyannis, A. *Modern Microeconomics (Second Edition)* Ed. MacMillan Publishers LTD Hong-Kong, 1991.

[21] Armstrong, M. *A Handbook of Management Techniques.* Ed. Kogan Page Limited LONDON, 1991.

[22] Hazlitt, H. *Economics in one Lesson.* Ed. Crown Publishers inc. New-York, 1979.

[23] Appleby, R.C. *Modern Business Administration.* (Fifth Edition). Ed. Pitman Publishing LONDON, 1991.

[24] Cole, G.A. *Management: Theory and Practice. (3rd Edition)* Ed. DC Publications Ltd. LONDON, 1991.

Referent: ing. Virgil Mușatescu

(Primit la 20 februarie 1995, acceptat la 21 aprilie 1995)

ACCESUL TERŢILOR LA REŢEA (TPA) ÎN CONDIŢIILE SISTEMULUI ENERGETIC AL ROMÂNIEI

dr. ing. JEAN CONSTANTINESCU;
ing. VIOREL NEAGU*

În prezent, ca o cerinţă a integrării, în cadrul Uniunii Europene se pune problema realizării unei pieţe unice în sectorul energiei electrice.

În acest context noile modele de organizare a industriei energiei au rolul de a încuraja concurenţa, odată cu acestea apărând şi conceptul de acces al terţilor la reţea (TPA), care constă, în principal, în liberalizarea dreptului de utilizare a liniilor de transport şi distribuţie.

Implicaţiile TPA asupra sistemelor energetice au o importanţă deosebită iar evaluarea acestora este complexă şi dificilă.

În cadrul lucrării se prezintă câteva aspecte ale acestei probleme: principiile de bază ale TPA, impactul asupra reţelei de transport în domeniul planificării, programării funcţionării, monitorizării şi controlului în timp real.

Sunt identificate componentele costului serviciului de transport şi metode de determinare a lor.

În final se enumeră câteva din criticile pe care le comportă introducerea TPA în sistemul energetic naţional.

At present, as a prerequisite of integration, the European Union is posing the problem of creating a common energy market.

Under this context new models of power industry organization are meant to encourage competition and with them the concept of third party access (TPA) evolved; it mainly consists in the liberalization of the right to use transmission and distribution electric lines.

TPA implications on the power systems are of particular importance, their assessment being complex and dificult.

The paper attempts to cover aspects such as: TPA basic principales, the impact on the PS operation/development planning as well as on the monitoring and real time control.

Transport service costs are identified as methods of their determination.

Some considerations to TPA implementation in the Romanian power system are finally presented.

Descriptori: monopol, competiţie, industria electroenergetică

* Institutul de Cercetări şi Modernizări Energetice - ICEMENERG, Bucureşti

Introducere

În trecut, în majoritatea ţărilor, industria energiei enectrice era concentrată în cadrul aceleiaşi companii. Accasta avea "exclusivitatea", pe teritoriul naţional, a producerii, importului şi exportului, transportului, distribuţiei şi vânzării energiei electrice.

În ultima vreme, în multe ţări au început să apară diverse forme alternative de organizare a industriei energici. Se urmăreşte spargerea monopolului în domeniul producerii energiei electrice şi promovarea competiţiei. În acest plan, al liberalizării, rolul de pionier l-a avut Marea Britanie (1988), urmată curând de ţările nordice din Europa.

Modelele de organizare a industriei energiei electrice diferă între ele prin modul concret în care se stabilesc relaţiile între producători (G), reţeaua de transport (T), companiile de distribuţie (D) şi consumatorii de energie electrică (C). Se disting trei modele de bază, şi anume:

a) modelul "integrat". Entităţile G şi T sunt integrate, adică activitatea lor este strâns coordonată pe termen lung. Într-o astfel de companie poate fi integrată şi distribuţia. Ea are monopolul furnizării pe o zonă dată, dar şi obligaţia asigurării serviciului. Pot exista şi producători independenţi, dar care nu au acces la reţea. Ei pot doar să vândă producţia către compania la care sunt conectaţi.

b) modelul "acces liber" . În cadrul acestui model există încă servicii integrate G şi T, dar producătorii independenţi au accesul garantat la reţea. Ei pot vinde "en gros", altei companii, sau "en detail", direct clienţilor.

c) modelul "pieţei disponibilului ("spot market"). În acest model, G şi T sunt complet separate. În cadrul T este organizată o piaţă a disponibilului, în care G, D şi C îşi confrunta ofertele şi cererile.

În prezent, ca o cerinţă a integrării, Comunitatea Europeană a pus problema realizării unei Pieţe Unice în industria energiei electrice şi adoptarea unor modele care să încurajeze competiţia. Organizarea industriei energiei după modelele **b** şi **c** implică apariţia unei noţiuni noi: **accesul terţilor la reţea (Third Party Access - TPA),** care constă, în principal, în liberalizarea dreptului de utilizare a liniilor de transport şi distribuţie. În cadrul Comisiei Europene a fost elaborat chiar un proiect de *Directivă privind accesul terţilor la reţea.*

1. TPA - Principii de bază

Principalele prevederi ale directivei TPA sub aspectul influenţei asupra industriei energiei sunt:

- eliminarea subvenţiilor încrucişate între activităţi (G, T, D);
- asigurarea liberului acces în afara graniţelor;
- administratorul reţelei (de transport/distribuţie - TSO/DSO) va face publice condiţiile conectării în vederea utilizării sistemului;
- pot exista limitări ale accesului şi prioritate în anumite limite pentru combustibilii indigeni;
- statele vor permite societăţilor recunoscute să construiască, să vândă sau să cumpere instalaţiile de producţie, transport şi distribuţie localizate pe teritoriul lor;
- o cerere de licenţă poate fi refuzată doar din câteva motive referitoare la securitatea şi siguranţa instalaţiilor, protecţia mediului, folosirea terenului şi amplasarea, capacitatea tehnică şi financiară, sursele de energie primară;
- TSO/DSO trebuie să negocieze între ei când se pune problema unui transfer de energie;
- TSO este responsabil pentru dispecerizarea producţiei şi programarea schimburilor cu vecinii.

Regulile tehnice de conectare la sistem vor fi publicate şi vor cuprinde cel puţin următoarele elemente:

* cerinţele privind la calitatea tensiunii şi frecvenţei;
* condiţiile pentru conectarea la reţea;
* procedurile de exploatare.

2. Influenţa TPA asupra sistemelor energetice

Accesul terţilor este una dinte cele mai dificile şi controversate probleme pentru industria energiei electrice .

Accesul liber la reţea şi vehicularea puterilor generate în afara companiei reprezintă o ameninţare pentru siguranţa sistemelor energetice. De asemenea, devine mult mai complexă programarea dezvoltării şi funcţionării sistemului,

controlul în timp real, reglajul automaticilor antiavarie etc. O problemă deosebit de dificilă este şi determinarea costului serviciului pentru transportul energiei.

2.1. Programarea dezvoltării sistemului

Planificarea reţelei de transport în modelul integrat este rezolvată în interiorul companiei, ţinându-se cont de serviciile ce trebuie asigurate.

Cu metodele tradiţionale se planifică mai întâi producţia, datorită costului ridicat, după care, cunoscând parametrii generării, se planifică reţeaua de transport.

În condiţiile TPA, sursele de energie rămân practic la discreţia "pieţei". Compania trebuie să ţină seama de contractele de transport pe termen lung. Acestea fiind dificil de definit în termenii utilizării reţelei, vor exista incertitudini privind locul şi momentul când vor fi puse în funcţiune capacităţile de producţie, precum şi preţul energiei.

Constrângerile în obţinerea de culoare pentru noi linii, apropie costul reţelei de transport de cel al generării, impunându-se deci planificarea acestora în strânsă corelare.

Numeroasele aprobări şi avize necesare pentru obţinerea culoarelor de trecere prelungesc mult construcţia liniilor (aproximativ 8 ani). Concomitent, timpul necesar construirii unei noi centrale se scurtează sensibil. **Apare astfel pericolul, în cazul liberului acces la reţea, ca dezvoltarea reţelei să rămână în urmă şi să nu mai poată face faţă solicitărilor.**

2.2. Programarea funcţionării sistemului

În mod normal, programarea pe termen scurt nu ridică probleme majore în companiile integrate. Puterea este transportată în condiţii de siguranţă de la locurile de producere la locurile de consum, cu respectarea limitărilor existente în reţeaua de transport. În cazul TPA informaţia necesară în programare se obţine, cu unele dificultăţi, în principal din contractele pe termen scurt. În modelul pieţei disponibilului (c), programarea este rezultatul unei proceduri bazată pe ofertă. Oferta va trebui să acopere nu numai energia, dar şi puterile de rezervă şi reactive. Competiţia duce la creşterea volumului de cumpărări şi de vânzări pe ternen scurt. Din acest motiv, la centrul de dispecer activitatea comercială devine de o importanţă majoră şi impune instalarea unor sisteme puternice de combinaţie, hardware, software etc.

2.3. Conducerea sistemului şi monitorizarea

Sistcmul electroenergetic are o particularitate din care derivă consecinţe majore. Capacitatea de transport a energiei electrice este determinată, de regulă, de aşa-numita limită de stabilitate a sistemului şi nu de capacitatea fiecărui element component. Depăşirea limitei de stabilitate duce la ieşirea din funcţiune a sistemului. Datorită acestei particularităţi, în toate modelele de organizare a industriei energiei trebuie realizată o operare integrată a sistcmului, dispecerul trebuind să aibă autoritate şi asupra centralelor electrice. Numărul mare de participanţi din modelele care includ TPA face necesar un sistem operaţional cel puţin la fel de riguros ca în modelul integrat. De asemenea, contractele de transport trebuie să specifice posibilitatea întreruperii serviciului din motove de siguranţă.

3. Tranzacţii de transport

Cunoaşterea costului activităţilor de producere, transport şi distribuţie a energiei electrice stă la baza deciziilor economice corecte asupra diverselor tipuri de servicii pe care o companie doreşte sau are obligaţia de a le efectua. De asemenea, companiile îşi fundamentează deciziile asupra dezvoltării instalaţiilor de producere, transport şi distribuţie pe aceste costuri. În final, costurile serviciului sunt utilizate în cadrul propunerilor de preţuri şi tarife. Prin introducerea TPA, cunnoaşterea costului serviciului de transport (problemă foarte complexă) devine esenţială. Există diverse tipuri de tranzacţii dc transport, iar costul tranzacţiei depinde de tipul acesteia.

Tranzacţiile ferme nu pot fi întrerupte discreţionar. Elc impun rczcrvarea specială a unor capacităţi dc transport.

Tranzacţiile neferme pot fi întrerupte sau se pot cfectua în momentul în care devin disponibile capacităţi temporare de transport într-o zonă a sistemului.

Tranzacţiile pe termen lung se încheie pe o perioadă de mai mulţi ani, suficient de mare

pentu a permite construirea unor noi instalaţii de transport asociate lor.

Tranzacţiile pe termen scurt pot dura de la câteva ore până la 1 - 2 ani şi în general nu sunt asociate cu acţiuni de întărire a reţelei.

4. Costul tranzacţiei (serviciului) de transport

Componentele principale ale costului unei tranzacţii de transport sunt [2]:

- **costul exploatării (CE)** sau costul de producţie datorat redistribuirii şi reprogramării surselor;
- **costul oportunităţilor (CO),** corespunde beneficiilor nerealizate datorită restricţiilor de funcţionare cauzate de tranzacţie;
- **costul întăririi reţelei (CI),** determinat de noile capacităţi de transport necesare pentru realizarea tranzacţiei;
- **costul sistemului existent (CS),** asociat cu tranzacţia de transport pentru funcţionarea sistemului existent.

Costul total al tranzacţiei: CT = CE + CO + + CI + CS poate include toate cele patru componente sau numai unele dintre acestea, aşa cum se arată în tabelul 1.

Tabelul 1

Componentele costului pentru diversele tipuri de tranzacţii

Tipul tranzacţiei		Pe termen lung	Pe termen scurt
Fermă		CE	CE
		CO (rareori)	CO
		CI	CI (rareori)
		CS	CS
Neferma	intreruptibilă	CE	CE
		CO	CO
		CS (uneori)	CS (uneori)
	după disponibilităţi	nu există	CE

Evaluarea corectă a costului total al unei tranzacţii este o sarcină deosebit de dificilă. Se aplică diverse metode analitice sau bazate pe experienţă pentru evaluarea fiecăreia din componentele descrise.

4.1. Costul exploatării (CE)

CE se datorează reprogramării şi redistribuirii puterii generate. Redistribuirea puterii este cauzată de modificarea pierderilor în reţea şi de restricţiile tehnice de exploatare, cum ar fi cele privind circulaţiile de puteri şi limitele de tensiuni în noduri. Reprogramarea puterii generate este determinată de timpul şi costul de pornire al grupurilor energetice, precum şi de cerinţele privind rezerva turnantă. Costul exploatării poate rezulta negativ în situaţiile în care se îmbunătăţeşte distribuţia puterilor generate sau se reduc restricţiile de exploatare. Costul exploatării poate fi estimat din oră în oră utilizând un program de repartiţie optimă a puterii, care ia în considerare toate aceste costuri, inclusiv ale rezervei turnante şi pornirilor/opririlor de grupuri. Costul exploatării poate fi determinat prin două metode, şi anume:

a) Metoda diferenţelor. Se efectuează două repartiţii optime de puteri (cu şi fără tranzacţia în cauză), iar costul producţiei, datorită tranzacţiei, rezultă ca diferenţa între cele două costuri totale. Metoda este laborioasă.

b) Metoda sensibilităţilor:

$$CE = \sum_{i \in B} CMN(i) * P(i),$$

unde:

$CMN(i)$ este costul optim al puterii în nodul i (costul marginal al nodului);

$P(i)$ puterea injectată în nodul i, datorită tranzacţiei (negativ pentru generare, pozitiv pentru consum);

B reprezintă setul de noduri al reţelei de transport inclus în tranzacţie.

Metoda poate fi aplicată direct la toate tipurile de tranzacţii. Dezavantajul constă într-o anumită imprecizie, mai ales dacă tranzacţia este importantă comparativ cu puterile vehiculate în sistemul de transport.

Costul exploatarii pentru tranzacţiile cu durată mică (până la câteva zile) se poate determina uşor cu această metodă, înainte ca tranzacţia să aibă loc, în cadrul programării sistemului pe termen scurt. Pentru tranzacţiile pe termen lung costul exploatării trebuie estimat utilizând un model cronologic de simulare a producţiei, care să încorporeze şi un algoritm de optimizare.

4.2. Costul oportunităţii (CO)

Costul oportunităţilor pierdute este cea mai evazivă componentă a costului tranzacţiei. Poate avea două cauze:

- compania nu poate utiliza o energie mai ieftină datorită restricţiilor de exploatare;

- tranzacţiile ferme potenţiale, care nu pot fi acceptate datorită restricţiilor de exploatare.

Una din metodologiile propuse [2] pentru estimarea acestui cost este următoarea:

- se ordonează toate tranzacţiile încheiate după un criteriu dorit. De exemplu, primele în listă vor fi tranzacţiile ferme, urmează tranzacţiile întreruptibile, iar la urmă tranzacţiile care se efectuează în funcţie de disponibilităţi şi cele potenţiale, în ordinea contribuţiei lor la obiectivul fixat;

- se includ toate tranzacţiile care pot fi îndeplinite cu respectarea restricţiilor de exploatare, mai puţin tranzacţia care se analizează. Se calculcază costul exploatării CE1 şi contribuţia totală la costul sistemului de transport existent a tranzacţiilor potenţiale, CSP1;

- se include şi tranzacţia în studiu. Se calculează şi de această dată cele două costuri, respectiv CE2 şi CSP2. Se calculează:

$CO1 = CE2 - CE1$

$CO2 = CSP1 - CSP2$, dacă $CSP1 > CSP2$

$CO2 = 0$, dacă $CSP1 < CSP2$

$CO = CO1 + CO2$

CO1 se calculează pentru toate tipurile de tranzacţii şi poate fi pozitiv sau negativ, pe când CO2 se calculează doar pentru tranzacţiile ferme.

4.3. Costul întăririi reţelei (CI)

Este o componentă foarte dificil de evaluat, deoarece se identifică cu problema minimului costului extinderii sistemului. Nu există încă o soluţie exactă a acestei probleme. Se pot obţine aproximaţii acceptabile bazate pe evaluările inginereşti ale planificatorilor reţelei, dar această metodă nu este eficientă pentru evaluarea simultană a unui număr mare de tranzacţii.

Una din metodologiile propuse pentru rezolvarea acestei probleme utilizează numai nodurile existente ale reţelei de transport şi implică în esenţă următoarele etape [2] :

• se identifică scenariile critice de exploatare pentru lucrările de întărire a reţelei deja decise pentru fiecare an al intervalului de planificare (unul din acestea poate fi vârful de sarcină);

• se verifică dacă tranzacţia se poate efectua cu resursele existente în toate aceste scenarii;

• dacă sunt necesare consolidări ale reţelei se determină cel mai mic cost posibil pentru a elimina restricţiile identificate la punctul anterior (CI_1);

• se determină dacă tranzacţia de transport permite amânarea unor lucrări planificate de întărire a reţelei. Economiile rezultate prin această amânare constituie o componentă negativă a costului de întărire (CI_2). În final:

$$CI = CI_1 + CI_2.$$

4.4. Costul sistemului existent (CS)

Această componentă are cea mai mare pondere în costul tranzacţiei. De aceea, acest cost este analizat cu cea mai mare atenţie de către organismele care supraveghează veniturile companiilor de electricitate. Există diverse păreri privind utilizatorii cărora li se alocă acest cost. Se acceptă, în general, că acest cost trebuie împărţit între toţi clienţii tranzacţiilor ferme de transport, deoarece compania este obligată să rezerve tot timpul capacitatea de transport necesară acestor tranzacţii. *Cea mai simplă şi mai des întâlnită măsură a capacităţii de transport a sistemului, alocată tranzacţiei, este* **cererea de putere.** *O altă măsură a acestei capacităţii este bazată pe* **circulaţiile de puteri.** O astfel de cale este aşa-numita metodologie "MW-MILA" [2, 3], descrisă pe scurt în continuare şi care se aplică tranzacţiile ferme:

• se determină capacitatea din instalaţia J alocată tranzacţiei t ca o circulaţie maximă de putere prin instalaţie ($F(J, t)$). Costul capacităţii utilizate a întregului sistem de transport CUT_t se calculează cu relaţia:

$$CUT_t = \sum_J CU_J * F(J,t),$$

unde CU_J este costul puterii unitare a instalaţiei J.

Pentru liniile de transport acest coeficient rezultă ca produs între lungimea liniei şi costul pe MW şi unitate de lungime (de aici denumirea metodei).

Costul sistemului existent alocat tranzacţiei se obţine multiplicând costul sistemului de transport (CST) cu ponderea tranzacţici considerate în ansamblul tranzacţiilor (în înţelesul de capacităţi rezervate).

$$CS = CST * \left(CUT_t / \sum_t CUT_t \right)$$

5. Aspecte specifice României

Accesul terţilor nu constituie o noutate pentru sistemul energetic naţional. Până în anul 1990 această problemă s-a pus numai sub forma tranzitelor de energie către alte ţări. După anul 1990, accesul terţilor la reţea a fost impus nu de apariţia unei concurenţe în domeniu, ci de situaţia economică generală, caracterizată prin lipsa acută de lichidităţi. Pe acest fond au apărut contracte de tip barter sau de compensaţie între furnizori străini şi întreprinderi româneşti. RENEL a fost pus în situaţia de a asigura efectuarea tranzitelor de energie rezultate din acest contracte. Tabelul 2 prezintă energia totală anuală vehiculată în cadrul acestor contracte în perioada 1991 - 1994. Pe fondul reducerii rapide a consumului de energie electrică, aceste importuri nu au fost în favoarea sistemului energetic naţional.

Tabelul 2

Energie vehiculată de terţi

Anul	1991	1992	1993	1994
Energie [GWh]	331,5	2982,3	1155,9	478,1
Număr contracte	3	9	7	5

Tranzitele s-au efectuat în baza unor convenţii încheiate între RENEL şi firme de import-export. Printre principalele firme cu care au fost încheiate contracte se pot cita Maşinexportimport, Metalexportimport, Progres, Fuva, Dunav Sev, G. Schmidt etc. Energia a fost livrată în special unor întreprinderi din industriile metalurgică, a cimentului, construcţii de maşini.

Conform contractelor încheiate, în schimbul unui comision, RENEL are obligaţia de a prelua la graniţa română o cantitate de energie şi de a o distribui la barele consumatorilor nominalizaţi de firmele importatoare. Comisionul s-a perceput în natură, ca o cotă parte din energia tranzitată. Mărimea lui a fost fixată astfel încât să acopere costul exploatării (pierderile suplimentare), plus cheltuielile cu costul sistemului existent. Stabilirea costului serviciului de trasport s-a dovedit a fi o sarcină dificilă. Contractele specifică faptul că puterea tranzitată poate fi modificată, în funcţie de condiţiile tehnice ale furnizorului sau ale SEN.

Pe termen scurt, accesul terţilor la reţeaua SEN este limitat, pentru a nu fi afectate negativ siguranţa în funcţionare şi performanţele economice ale sistemului. Avem în vedere următoarele caracteristici actuale ale SEN:

* Nu există o delimitare clară între transportul şi distribuţia energiei electrice, condiţie esenţială pentru aplicarea regimului TPA. Problema nu se reduce la o simplă restructurare organizatorică. Este necesară aparatura performantă pentru telemăsurarea energiei vehiculate între reţeaua de transport şi întreprinderile de distribuţie, fapt ce necesită şi investiţii mari.

* Echilibrul consum-producţie nu poate fi asigurat prompt în orice situaţie. Centralele din SEN nu sunt pregătite să facă faţă reducerilor de putere la minimul tehnic şi nici opririlor de scurtă durată. De asemenea, reglajul frecvenţă-putere în termocentrale nu este asigurat de o modulare corespunzătoare a sarcinii grupurilor. Dificultăţile actuale privind menţinerea tensiunii în benzile normale, în anumite regimuri, pot fi amplificate în absenţa unui control al puterii reactive produsă de terţi.

* Există posibilităţi foarte limitate pentru dirijarea pe traseele dorite a fluxurilor de putere activă, SEN nefiind dotat cu mijloacele necesare realizării unui sistem flexibil de transport (de tip FACTS). Există unele secţiuni (critice) în SEN, ca, de exemplu, secţiunea de evacuare a puterii din Oltenia, secţiunea de nord, care se încarcă frecvent în apropierea limitei de stabilitate. Aceste situaţii se pot înrăutăţi în cazul vehiculării de

energie ca urmare a accesului liber al terţilor la reţea.

* Realizarea unor tranzacţii rapide între producătorii, transportatorii, distribuitorii şi consumatorii de energie electrică necesită o logistică apreciabilă pentru comunicaţie şi evaluarea rapidă a impactului tranzacţiei asupra sistemului.

Concluzii

Sistemul TPA a fost introdus cu scopul stimulării competiţiei în industria energiei electrice şi creării unei pieţe de mari dimensiuni în acest domeniu. Deşi la prima vedere pare atractiv, TPA întâmpină serioase rezerve şi chiar negări. Printre motivele acestei atitudini (valabile şi în cazul SEN) se pot enumera:

- Beneficiile sunt nesigure şi pot apărea ameninţări potenţiale pentru siguranţa viitoare a sistemelor energetice.

- O piaţă sănătoasă a energiei electrice bazată pe costuri se poate transforma, pe termen scurt, într-una speculativă, cu efecte negative pe termen lung, inclusiv asupra schimburilor între state. Schimburile între ţări se supun în prezent unor reguli tehnice şi contractuale stricte, pentru a garanta o funcţionare sigură a sistemelor şi a obţine din aceasta avantaje reciproce.

- Introducerea unei astfel de idei în ţările din estul Europei presupune investiţii greu de suportat în această perioadă. TPA riscă să determine lucrări costisitoare (altfel inutile) de întărire a reţelei şi chiar pierderea avantajelor interconectării.

Pe de altă parte, este puţin probabil ca o companie să investească într-o reţea dacă aceasta va putea fi folosită mai devreme sau mai târziu în avantajul altui competitor.

- Se creează posibilitatea favorizării marilor consumatori de energie pe seama celor mici şi mijlocii.

- Un regim autentic de concurenţă liberă în industria energiei nu poate exista până când nu va fi armonizată legislaţia energiei cu toate condiţiile extrerne acestei industrii, ca, de exemplu, fiscalitatea şi legislaţia mediului ambiant.

BIBLIOGRAFIE

[1] Cesean, P. *La CIGRE di fronte alle diverse forme organizzative dell'industria elettrica.* In: L'Energia Elettrica, vol 71, nr. 3, mai - iunie 1994.

[2] Shirmahammadi, D. s.a. *Cost of transmission transaction: an introduction* .In: Transaction on Power Systems, vol. 6 , nr. 3, aug. 1991.

[3] Adamson, A.M., Garver, L.L., Stillinger, W.L. *Summary of panel: long term impact of third party transmission use. In: Transaction on Power Systems, vol.6, nr. 3, aug. 1991.*

[4] Lamarre, L. *Tthe Vision of Distributed Generation.*

[5] DEN, *Raport privind funcţionarea sistemului energteic în 1994*

Referent: dr. ing. Eugeniu Pavel - redactor şef al revistei Energetica

(Primit la 7 martie 1995, acceptat la 21 aprilie 1995)

COMPANIA DE ELECTRICITATE ÎNTRE MONOPOL ŞI CONCURENŢĂ

ing. DUMITRU MANEA ; ing. GHEORGHE INDRE *

Sunt sintetizate elementele care caracterizează structura unei companii de electricitate, precum şi limitele şi restricţiile impuse de natura proceselor economice în organizarea structurală a acestora.

Sunt prezentate comparativ avantajele şi dezavantajele oferite de structurile actuale cele mai des întâlnite în industria energiei electrice, precum şi strategia RENEL şi perspectivele evoluţei structurale a industriei energiei electrice în România.

The elements characteristic to a utility structure as well as the limits and restrictions imposed by the economic process nature in their structural organization, are synthesized.

The advantages and disadvantages resulted from the most usual present structures existing in the electric energy industry, as well as the RENEL's strategy and the structural development prospects of the electric energy industry in Romania, are compared.

Descriptori: industria energiei electrice, monopol, competiţie

Introducere

Transformările spectaculoase survenite în evoluţia contemporană din punctul de vedere al performanţelor tehnicilor de calcul şi prelucrare a informaţiilor au dus la reconsiderarea multor structuri de organizare şi funcţionare, în domenii esenţiale pentru societatea umană. Unul din aceste domenii esenţiale îl reprezintă indiscutabil industria energiei, menită să asigure toate formele de energie absolut indispensabile tuturor activităţilor.

În conceperea, dezvoltarea şi exploatarea acestui sector de mare importanţă, au apărut cerinţe noi, restricţii şi exigenţe fără precedent, care nu mai pot fi rezolvate folosind metodele tradiţionale de funcţionare şi organizare tehnică şi economică. Principalele aspecte, preexistente în practica de peste 100 ani a industriei energetice, care sunt supuse acum unor exigenţe mult mai sporite, sunt următoarele:

- aspecte de ordin economic, din care vom menţiona doar trei, şi anume:

* necesitatea conservării resurselor de energie primară (omenirea este tot mai conştientă de caracterul limitat al acestora);

* necesitatea asigurării cu energie electrică şi cu celelalte forme de energie, în condiţiile unui control tot mai strict al preţurilor şi tarifelor;

* necesitatea creşterii eficienţei economice a funcţionării sectoarelor de producere, transport şi distribuţie a energiei;

- aspecte de ordin social la nivelul colectivităţilor umane, a căror existenţă nu mai poate fi practic imaginată fără un consum minim de energie electrică, care este esenţial, dar care reprezintă numai o fracţiune din consumul total de energie al colectivităţii. În acest sens, industria energiei electrice trebuie să asigure un minimum de energie pentru fiecare membru al comunităţii pe care o deserveşte, în astfel de condiţii economice încât fiecare să poată să-şi permită consumul minimului necesar.

Probleme noi au apărut şi în legătură cu globalizarea nevoii de energie şi a consecinţelor pe care producţia şi consumul de energie al societăţii umane contemporane îl au asupra atmosferei şi, implicit, asupra întregii biosfere.

Strădaniile de a rezolva atât de multe probleme acute pun industria energiei electrice din lumea întreagă în faţa unor mari provocări, iar

* Divizia Strategie, Dezvoltare - RENEL, Bucureşti

efortul de căutare a celor mai bune soluţii a dus la restructurări şi reorganizări ale activităţii, care vizează eficientizarea economică a acestei industrii.

Una din metodele experimentate, se pare de succes, a cărei promovare a devenit tot mai adesea un obiectiv pentru multe companii de electricitate, este introducerea şi acceptarea concurenţei ca instrument de satisfacere a acestor cerinţe.

Este motivul pentru care, în prezenta lucrare, autorii plasează ipotetic compania de electricitate în situaţia de a opta între menţinerea structurii de monopol, ca formulă oarecum tradiţională, şi promovarea concurenţei, ca obiectiv strategic sau formă de provocare menită să răspundă exigenţelor viitorului.

Se prezintă unele aspecte caracteristice celor două forme de organizare, rezolvări deja experimentate, şi consideraţii privind perspectiva RENEL, aşa cum autorii o consideră şi o înţeleg.

1. Elemente care caracterizează structura unei companii de electricitate

Structura unei anumite companii de electricitate este caracterizată de următoarele funcţiuni distincte:

- **Producerea sau generarea,** care cuprinde toate aspectele legate de producerea energiei electrice, incluzând planificarea funcţionării capacităţilor de producere şi activităţile de planificare a investiţiilor şi dezvoltare a noilor capacităţi de producţie.

- **Transportul,** care reprezintă totalitatea activităţilor de exploatare, întreţinere, planificare şi dezvoltare a reţelelor electrice de transport de înaltă tensiune, incluzând şi conducerea prin dispecer cu toate funcţiile ei.

- **Distribuţia,** care conţine activităţi legate de existenţa reţelelor de medie şi joasă tensiune prin care energia electrică este livrată la consumatori, incluzând exploatarea, întreţinerea, planificarea şi dezvoltarea reţelelor de distribuţie.

- **Furnizarea**, care reprezintă comercializarea energiei electrice la toate categoriile de consumatori, precum şi asigurarea serviciilor energetice pentru alimentarea consumatorilor.

În funcţie de această identificare a funcţiilor companiei de electricitate se regăsesc şi elementele structurii organizatorice, care asigură funcţionarea companiei respective. De la companie la companie, terminologia poate să difere, fapt pentru care este necesară o serie de precizări, şi anume:

Distribuţia se referă adesea la acoperirea a două din cele patru funcţiuni precizate anterior, şi anume: distribuţia propriu-ziză şi furnizarea în sensul definiţiilor formulate anterior.

Transportul şi distribuţia pot fi considerate monopoluri naturale, deoarece, în această formulă de organizare, îndelung experimentată şi verificată, se obţine eficienţa economică maximă. Existenţa acestor monopoluri naturale înlătură forţele concurenţiale specifice economiei de piaţă şi, de regulă, necesită introducerea unor anumite forme de reglementare.

Reglementarea, în sensul larg al noţiunii, constă în hotărâri guvernamentale cu caracter legislativ, reguli, condiţii de acordare a unor licenţe, contracte şi alte instrumente care controlează sau coordonează comportamentul şi/sau exploatarea întreprinderilor economice.

Producerea şi furnizarea energiei electrice nu sunt monopoluri naturale, fapt pentru care se poate introduce concurenţa atât între producători, cât şi între furnizorii specializaţi în activităţile cu caracter comercial. Aceste formule sunt deja experimentate în Marea Britanie şi în Norvegia.

Există două caracteristici importante ale structurii companiilor de electricitate, reprezentate de gradul de integrare pe verticală şi pe orizontală.

Integrarea pe verticală descrie relaţiile dintre principalele activităţi funcţionale de pe lanţul de asigurare a energiei electrice: producerea, transportul, distribuţia şi furnizarea.

Integrarea pe orizontală descrie gradul de concentrare sau amalgamare în cadrul unei anumite funcţiuni - numărul de participanţi implicaţi în producere, de exemplu, şi proporţia pe care o controlează din activitatea totală de producţie.

1.1. Integrarea pe verticală

O companie de electricitate este integrată pe verticală dacă este răspunzătoare şi deţine în proprietate sau controlează toate funcţiile de la

producerea energiei electrice până la furnizarea ei către consumatori. În această structură, relaţiile între diferitele compartimente funcţionale sunt sub forma unor comenzi interne specifice organizaţiei respective şi mai puţin relaţii economice întemeiate pe mecanisme ale pieţii (cum ar fi acelea dintre companii diferite), astfel încât anumite companii integrate pe verticală încearcă să simuleze relaţii de tip "braţ lung" între diferite funcţiuni, în efortul de îmbunătăţire a eficienţei interne. În extremitatea spectrului companiilor integrate pe verticală putem menţiona sistemele din Franţa, Irlanda şi Grecia.

În cealaltă parte a spectrului companiilor integrate pe verticală se situează Germania. În această ţară au existat etape de concentrare a industriei energiei electrice, creându-se întreprinderi producătoare regionale, care au dus la ceea ce este cunoscut sub numele de "cele opt mari" companii din Germania. Considerând şi VEAG, fosta companie de electricitate din Germania de Est, astăzi activează pe piaţa Germaniei nouă mari companii integrate pe verticală. În prezent, în Germania există o industrie a energiei electrice care este parţial de stat (publică) şi parţial privatizată, cu o mare varietate de structuri de organizare, care merg de la mici companii municipale, proprietate a distribuitorilor, până la mari companii integrate pe verticală.

Trebuie precizat că există diferite tipuri de integrare parţială pe verticală, putându-se menţiona următoarele situaţii:

- integrarea producerii cu transportul;
- integrarea transportului cu distribuţia;
- integrarea doar a producerii cu distribuţia.

1.1.1. Integrarea producerii cu transportul

Argumentele care pledează în favoarea integrării în sectorul energiei electrice vizează optimizarea activităţii de investiţii, a planificării dezvoltării capacităţilor de producţie şi transport, precum şi coordonarea mai bună a activităţilor de exploatare. Susţinătorii acestei forme de organizare argumentează că, în scopul asigurării unui nivel mai ridicat al securităţii şi fiabilităţii în alimentarea cu energie electrică şi pentru realizarea unor economii de scară în industria electricităţii, este de dorit un mai înalt grad de integrare pe verticală, în mod deosebit între producţie şi transport.

Există cel puţin două agumente de bază care încurajează integrarea transportului cu producerea. Primul este obiectivul minimizării costurilor, adică realizarea unei minimizări a sumei dintre costurile aferente transportului şi cele aferente producerii. Se urmăreşte pe această linie atât reducerea pierderilor în reţelele de transport, prin dimensionarea corectă a acestora, cât şi amplasarea centralelor electrice coordonat cu reţeaua de transport, astfel încât, pe ansamblu, să se obţină o reală minimizare a pierderilor.

Al doilea argument pentru integrarea pe verticală este acela că această formulă simplifică relaţiile comerciale şi coordonarea investiţiilor între producere şi transport, precum şi modul de recuperare a acestor investiţii de la consumatori.

Caracterul de industrie cu mari cerinţe de capital investit presupune ca întreprinderile de producere şi transport să beneficieze de o serie de asigurări că îşi vor putea recupera investiţiile în mod rezonabil. Aceste asigurări sunt date, de exemplu, în ţările membre ale OECD prin acordarea unui caracter de "monopol natural" companiilor sau prin acordarea altor drepturi exclusive care le garantează o anumită piaţă, în multe cazuri pe termen nedefinit şi putând cuprinde întreaga piaţă.

În alte cazuri, drepturile propriu-zise de monopol (cel puţin cele referitoare la micii consumatori casnici sau consumatorii "captivi") sunt acordate companiilor locale de electricitate, care au în schimb contracte pe termen lung pentru cumpărarea energiei electrice numai de la anumite întreprinderi producătoare. În acest din urmă caz, integrarea este realizată mai degrabă prin contractele practicate decât prin forma de proprietate.

În principiu, existenţa companiilor de distribuţie independente poate cataliza introducerea unei mai accentuate concurenţe pe piaţă. În realitate însă experienţa din ţările dezvoltate arată că distribuitorii acceptă angajamente contractuale pe termen lung cu producătorii, devenind captivi pentru o lungă perioadă.

1.1.2. Integrarea transportului cu distribuţia

Este o situaţie mai rar întâlnită. Ca exemplificare se poate lua industria energiei electrice din Luxemburg. Marele Ducat al Luxemburgului importă marea majoritate a energici electrice consumate din ţările vecine. Una din cele două mari companii de electricitate - SOTEL - importă energie electrică prin propria sa reţea de transport interconencată şi, de asemenea, distribuie energie consumatorilor săi - toţi mari producători de oţel, alimentaţi la înaltă tensiune. Cealaltă companie - CEGEDEL - importă, de asemenea, energie prin reţeaua de transport şi o distribuie consumatorilor săi, industriali, comerciali şi casnici.

Există, de asemenea, un număr mic de companii municipale şi privatizate pentru distribuţie. Cazul acesta este aproape singular, deşi anumite companii de distribuţie din Marea Britanie au în proprietate şi reţele de transport.

1.1.3. Integrarea producerii cu distribuţia

Această structură presupune ca producerea şi distribuţia să fie proprietatea aceleiaşi companii şi să aibă independenţă faţă de reţelele de transport, de la locul de producere la compania de distribuţie. Există şi pentru această formulă de organizare două raţiuni principale, şi anume posedarea şi administrarea instalaţiilor de producere şi a celor de distribuţie de una şi aceeaşi companie.

Primul motiv este legat de planificarea investiţiilor şi stăpânirea mai bună a întreruperilor în alimentarea cu energie.

Pentru planificarea investiţiilor în noi capacităţi de producţie, prognozele cât mai corecte ale evoluţiei cererii de energie sunt esenţiale. Întrebarea care se pune este dacă o companie de distribuţie independentă este stimulată să realizeze prognoze corecte, care să poată fi considerate de producători pentru investiţiile proprii de producere. Riscul care apare este că distribuitorul este tentat să ofere prognoze optimiste ale consunmului, pentru a se asigura că va fi construită suficientă capacitate pentru satisfacerea cererii. O modalitate de a inhiba această tendinţă constă în introducerea obligativităţii pentru compania de distribuţie de a plăti pentru toată cantitatea prognozată. Această rezolvare este utilizată între companiile de distribuţie şi marile companii integrate pe verticală din Germania.

Al doilea motiv pentru care se poate dori integrarea producerii cu distribuţia este posibilitatea simplificării procedurilor de rezolvare a întreruperilor în alimentare şi a situaţiilor de avarie. Informaţiile despre posibilităţile de gestionare a consumului pentru situaţii de limitări sau deconectări sunt absolut necesare producătorului, dar ele sunt, de regulă, la dispoziţia distribu-itorului, integrarea fiind din acest punct de vedere foarte productivă.

1.2. Integrarea pe orizontală

Aşa cum s-a mai menţionat, analiza structurii din acest punct de vedere descrie gradul de concentrare în cadrul uneia din funcţiile de bază ale companiei de electricitate.

Pe termen lung, tendinţa este spre o tot mai mare integrare pe orizontală. Ca o excepţie de la această tendinţă se poate menţiona situaţia din Marea Britanie. În 1989 s-a restructurat industria britanică de electricitate, centralele electrice din Anglia şi Scoţia, care erau până atunci exploatate de o singură companie, s-au despărţit în trei companii independente noi.

Există şi pentru integrarea pe orizontală două argumente principale:

- Primul este realizarea unei simplificări a mecanismului de asigurare a unei capacităţi suficiente pentru a satisface nevoile de consum, atât în ceea ce priveşte capacităţile de producere a energiei electrice, cât şi de transport al marilor cantităţi de energie.

- Al doilea motiv constă în realizarea unei mai bune economii la scară largă în industria energiei electrice.

Cel mai simplu mod de a asigura capacităţi disponibile suficient de mari pentru a satisface cererile de energie la nivel naţional, atât pe termen scurt, cât şi pe termen lung, este investirea unei entităţi (companie, întreprindere, regie etc.) cu responsabilitatea de a planifica, construi şi exploata aceste capacităţi. Aceasta este situaţia în ţările cu companii integrate pe verticală.

Considerând situaţia ţărilor membre ale OECD, chiar dacă răspunderea pentru producerea energiei electrice revine mai multor organizaţii, modelul de planificare a capacităţilor urmează una din următoarele trei posibilităţi:

- capacităţile de producere a energiei electrice sunt planificate la nivel naţional, în ciuda faptului că nu există pe plan naţional o integrare pe orizontală în sectorul de producere;
- capacităţile de producere sunt planificate la nivel regional;
- forţele care acţionează pe piaţă decid şi rezolvă această problemă, ca alternativă la planificarea naţională sau regională.

Exemple de ţări care au industria energiei electrice integrată pe orizontală, dar la care planificarea noilor capacităţi se face la nivel naţional sunt: Japonia, Olanda, Spania şi Belgia.

Între ţările la care planificarea dezvoltării noilor capacităţi se face pe baze regionale se pot enumera: Canada, Germania şi Statele Unite.

În Marea Britanie nu există un sistem de planificare de bază organizat pentru noile capacităţi necesare. Noul sistem promovat aici se bazează pe un mecanism de licitare a preţurilor pentru asigurarea energiei electrice. Principiul de bază este că atunci când se aşteaptă ca producţia să acopere la limită consumul, preţurile vor creşte, aceasta permiţând construirea de noi capacităţi.

2. Aspecte specifice ce trebuie considerate în definirea structurii şi poziţiei pe piaţă a unei companii de electricitate

Importanţa şi funcţiile complexe pe care o companie de electricitate le are implică şi o organizare structurală, a cărei descriere necesită considerarea unui număr foarte mare de aspecte. Fără a detalia, vom enumera principalele elemente ce trebuie considerate în analiza structurii unei companii de electricitate.

Prima categorie de probleme se referă la forma de proprietate asupra companiei şi la cerinţele unei eventuale privatizări. Trebuie considerate în acest sens următoarele: tipul de proprietate, forţele care guvernează privatizarca, modul de privatizare, extinderea privatizării, precum şi structura de organizare a industriei de electricitate privatizată.

A doua categorie de probleme se referă la modul de reglementare a funcţionării industriei energiei electrice. Trebuie urmărite următoarele aspecte: reglementarea economică, formele de reglementare folosite şi modul în care acestea asigură independenţa companiei, transparenţa şi imparţialitatea. Trebuie făcută distincţie între reglementarea companiilor de stat, care se poate face prin contract social, sau reglementare directă şi reglementarea companiilor investitorilor particulari. Între aspectele referitoare la reglementare trebuie analizat modul efectiv de realizare a metodelor folosite, precum şi modul de conducere a reglementării.

O a treia categorie de probleme necesară pentru analiza şi înţelegerea completă a industriei energiei electrice sunt aspectele legate de politica companiei de electricitate. În acest context se pot considera problemele legate de promovarea concurenţei, asigurarea accesului terţilor la reţea, problemele privind alegerea combustibilului şi a politicii de investiţii, politicile de preţuri şi tarife etc.

Simpla enumerare a acestor trei categorii de probleme (fiecare putând fi detaliată) oferă o imagine asupra dimensiunii studiilor şi analizelor ce trebuie considerate în procesele de definire a structurii companiei de electricitate şi de concepere a unor eventuale posibilităţi de restructurare.

3. Avantaje şi dezavantaje oferite de structurile cele mai des întâlnite în industria energiei electrice

3.1. Structura integrată pe verticală

Exemplul tipic de companie integrată pe verticală îl constituie Électricité de France (EdF). Cu toate acestea, EdF nu deţine monopolul decât în ceea ce priveşte transportul energiei electrice, deoarece există mai mulţi producători independenţi (Charbonnage de France, la

Compagnie Nationale du Rhone, SNCF), de la care EdF cumpără energie la un tarif corelat cu tarifele de vânzare, tarife stabilite de autoritatea publică. Pe de altă parte, există şi distribuitori independenţi, care cumpără de la EdF energie electrică, utilizând acelaşi sistem tarifar.

EdF este o întreprindere publică, căreia i se impune de aceea o anumită etică pentru a nu i se putea reproşa nimic, fiind în serviciul colectivităţii.

Activităţile de producere, transport şi distribuţie se regăsesc în cadrul aceleiaşi Direcţii de Producere şi Transport a EdF, centralizată în jurul unui singur dispecerat tehnic şi economic. O astfel de organizare funcţionează graţie unui sistem de gestiune ce favorizează dialogul diferiţilor săi operatori în termeni economici şi de cost.

Avantajele unei astfel de organizări sunt:

- calitatea circulaţiei informaţiei previzionale;
- mijloace puternice de analiză;
- o bună pregătire a viitorului;
- eficacitatea operaţională a centralizării (dispecer tehnic şi economic centralizat);
- o standardizare evoluată.

Cu toate acestea, este necesară o mare vigilenţă pentru a nu cădea pe partea gestiunii birocratice.

3.2. Structura cu sectoarele de producţie şi distribuţie funcţionând într-un cadru concurenţial

Exemplu tipic îl constituie sistemul energetic englez, care este alcătuit astfel:

- Trei mari producători de energie electrică ce provin din fostul CEGB: National Power, Power Gen (companii private) şi Nuclear Power (companie de stat), precum şi o mulţime de producători mici independenţi, particulari, toţi vânzând energie după regulile unei adevărate licitaţii, cu valori ale preţurilor stabilite din jumătate în jumătate de oră, companiei ce gestionează transportul energiei.

- National Grid Company, care deţine reţeaua de transport şi dispeccratul naţional. Aceasta determină programele de producţie ale producătorilor, în funcţie de previziunea cererii pentru a doua zi şi îi remunerează pe aceştia în funcţie de ultimul preţ reţinut la licitaţia zilnică.

- Zece societăţi de distribuţie, societăţi de drept privat, proprietare ale National Grid Company. Tarifele lor de vânzare sunt fixate de către autoritatea publică.

Iniţial, desfiinţarea CEGB a dus la o desfiinţare a regulilor , de aceea a trebuit să se creeze un organism regulator OFFER, agenţie în principiu independentă de autoritatea publică, elaboratatoarea unei reglementări speciale, în vederea garantării bunei funcţionări a pieţei energiei şi pentru a proteja numeroşii acţionari .

Slăbiciunile acestei organizări sunt în principal:

- dificultatea de a pregăti în mod eficient viitorul (în special în ceea ce priveşte investiţiile);
- organizarea programului lucrărilor;
- implementarea noilor mijloace de producţie;
- dezvoltarea reţelei;
- controlul preţurilor la societăţile de distribuţie;
- costurile de funcţionare relativ ridicate.

Cu toate acestea, acest mod de organizare oferă producătorilor o puternică incitare, dar şi o perfectă stăpânire şi control a cheltuielilor directe de exploatare.

4. Perspectivele companiilor de electricitate în lumea contemporană

Aflate în momentul de faţă la o adevărată răscruce a evoluţiei lor, companiile de electricitate sunt în căutare de formule care să răspundă cel mai bine, pe de o parte gradului de satisfacere a cerinţelor consumatorilor din punctul de vedere al cantităţilor şi calităţii energiei şi serviciilor asigurate şi, pe de altă parte, reducerea costurilor companiei să permită o reducere a preţurilor şi tarifelor, fără ca aceste decizii să afecteze perspectivele de dezvoltare şi modernizare ale companiei.

Se pune în acest moment o întrebare firească, şi anume: De ce este necesară dereglementarea şi promovarea privatizării şi restructurării companiilor

integrate pe verticală ? Se pot da o serie de argumente cum sunt:

- asigurarea unui produs mai ieftin pentru utilizatorul final;
- eliminarea centralelor neeconomice;
- introducerea concurenței în sectorul de producere;
- creșterea eficienței pe piață;
- creșterea siguranței și a calității produsului.

Prin privatizarea și dereglementarea industriei energiei electrice se deschid noi posibilități pe piață pentru intermediari, care pot să apară și să se interpună în desfășurarea relațiilor între furnizorii de combustibil și producătorul de electricitate și între furnizorul de energie electrică și consumatorii săi. Acești intermediari realizează profituri prin convingerea clienților lor că ei pot cumpăra și vinde produsul cumpărat ceva mai scump. Intermediarul câștigă prin creșterea sau reducerea comisionului său, dar el este profitabil numai dacă produsul comercializat permite obținerea unui profit pentru client și un profit pentru intermediar. În acest mod intermediarii adaugă un profit suplimentar, care nu a existat înainte de privatizare, și este de așteptat ca pe termen lung procesul să nu conducă la prețuri mai mici pentru consumatorul final.

Trebuie ținut cont de faptul că în comercializarea energiei electrice piața este și va fi întotdeauna limitată de extinderea și dezvoltarea rețelei existente. Eficiența adusă de promovarea privatizării este adesea creată nu pentru întreprinderile producătoare de energie, ci pentru intermediari și comercianți, care sunt gata, odată cu promovarea dereglementării și pieței libere, să facă comerț pe piață și cu produsele întreprinderilor de electricitate.

Gândind asupra viitorului și perspectivelor industriei energiei electrice sunt considerate trei posibilități, între care companiile de elecricitate pot alege:

a) acceptarea situației și încercarea de a face tot ce e posibil în condițiile date;

b) preluarea de către companie a activității cu caracter comercial, prin delimitarea unei părți din companie (de exemplu, cea însărcinată cu activitățile comericale și de marketing), care să beneficieze de poziția viitoare pe care compania de electricitate o va avea pe piață:

c) compania de electricitate să-și protejeze ea însăși șansele și ocaziile viitoare cât mai bine posibil; să beneficieze de toate ocaziile care i se pot oferi să-și protejeze activitățile de bază; să fie conștientă de toate ocaziile și amenințările care pot sau nu să afecteze viitorul industriei energiei electrice.

Una din căile prin care companiile de electricitate pot depăși problemele complexe cu care se confruntă este să poarte discuții permanente cu companiile financiare care doresc să joace un anumit rol în industria energiei electrice. În loc să aștepte să vadă ce se va întâmpla, ar putea să stabilească relații de parteneriat cu asemenea companii, pentru a putea controla astfel mai bine evoluția pieței energiei electrice. O asemenea situație poate fi întâlnită în prezent în Suedia, unde compania financiară OM Trading a început discuții asupra modului în care ar putea să se implice în comercializarea energiei electrice.

Definirea unei strategii pentru o companie de electricitate este oricum un proces de mare dificultate, pentru a cărui desfășurare trebuie considerate toate informațiile și datele disponibile din evoluția industriei energiei electrice pe plan mondial de până acum și coordonarea acestor informații cu particularitățile specifice mediului economic, geografic și social în care compania respectivă își desfășoară activitatea.

5. Strategia RENEL și perspectivele evoluției structurale a industriei energiei electrice în România

Schimbările economico-financiare care au avut lor în țara noastră în perioada de după 1990 se reflectă corespunzător și în evoluția ramurii energetice. Consumul intern de energie electrică a scăzut și s-a modificat substanțial structura consumatorilor.

Procesul de restructurare, reorganizare și modernizare managerială, corelat cu activitățile de realizare a noilor capacități, modernizare și reabilitare a capacităților existente, trebuie să ducă la

ameliorarea performanţelor şi la o funcţionare adaptată cerinţelor unei economii de piaţă.

O serie de studii de restructurare sau de dezvoltare cu costuri minime a RENEL a fost realizată în această perioadă de către specialişti RENEL şi consultanţi străini, luându-se în considerare atât specificul sectorului energetic din România, cât şi variantele organizatorice existente în unele ţări dezvoltate, cu avantajele şi dezavantajele lor, prezentate pe larg la pct. 1.3. ale lucrării.

Programul general de tranziţie spre economia de piaţă a societăţii româneşti în ansamblu prevede desfiinţarea structurilor centralizate, atât ale agenţilor economici, cât şi ale societăţilor comerciale cu capital majoritar de stat, întrucât este dovedit faptul că aceste structuri frânează dezvoltarea economică şi iniţiativele.

După cum este cunoscut, obiectivul strategic general al sectorului îl reprezintă satisfacerea imediată şi pe termen lung a cererilor consumatorilor de energie electrică şi termică alimentaţi din instalaţiile sale la un preţ cât mai scăzut, în condiţii de calitate şi cu limitarea impactului instalaţiilor asupra mediului înconjurător.

O posibilă evoluţie structurală a industriei energiei electrice în România, plecând de la actuala structură a RENEL, ca societate de electricitate naţională, integrată vertical şi orizontal, poate fi următoarea:

- Păstrarea unei societăţi naţionale de electricitate, care să deţină monopolul de transport şi distribuţie a energiei electrice (monopol natural).

- Eliminarea monopolului în producerea energiei electrice prin deschiderea spre concurenţă, prin atragerea de investitori privaţi, români sau străini, care să devină producători independenţi de energie electrică şi care să vândă energia produsă societăţii naţionale de electricitate.

Această posibilă organizare trebuie însă întărită în plan juridic de acte normative, care să reglementeze regulile specifice de funcţionare în domeniul producerii, transportului şi distribuţiei energiei electrice.

Concluzii

Energia electrică nu este o marfă oarecare, deoarece ea este indispensabilă vieţii întregii colectivităţi umane, şi, în acelaşi timp, un instrument al politicilor naţionale.

O politică energetică la nivel european. având în vedere multitudinea structurilor prezentate mai sus, nu poate fi decât rezultatul unui proces progresiv, bazat pe o convergenţă graduală a politicilor energetice naţionale prin definirea obiectivelor comune pe termen lung, care ar putea consta în concurenţa la nivelul producţiei, un serviciu mai bun prestat consumatorilor, protecţia mediului şi un anumit nivel de siguranţă în ceea ce priveşte aprovizionarea cu energie.

Urmărirea obiectivelor legitime ale siguranţei în ceea ce priveşte aprovizionarea justifică anumite limitări în organizarea sectorului electric, proporţionale cu importanţa obiectivelor care se urmăresc, şi anume:

- coordonarea structurii sectorului de producere nu poate fi asigurată de jocul liber al producătorului (de stat sau privaţi). Este neapărat necesară o programare a investiţiilor esenţiale în domeniul producerii de către un "şef de orchestră" unic;

- pentru ca acest "şef de orchestră" să poată defini pe termen lung investiţiile care pot satisface cererea la cel mai redus cost, el trebuie să aibă garanţia bunei desfăşurări a acestor investiţii pe care numai exclusivitatea unui operator unic al reţelei de transport o poate garanta.

Acesta poate fi în măsură să prognozeze dezvoltarea cererii pe termen lung şi să garanteze serviciul prestat clienţilor.

O astfel de organizare implică o reglementare la nivelul autorităţilor publice, care trebuie să fie convinse de capacitatea operatorului unic de a căuta minimizarea costurilor şi practicarea de tarife stabile în timp, promovând totodată egalitatea tratamentului clienţilor.

O astfel de organizare este posibilă pe termen mediu şi în sectorul energetic din România.

BIBLIOGRAFIE

[1] * * * *Electricity Supply Industry.* IEA, Paris, Franţa, 1994.

[2] NORTON-STANDEN, G., *De-regulation Produces a Commodity with Risks.* In: Modern Power System, Marea Britanie, martie, 1994.

[3] L O K E N , P ., *Experience with Deregulation in Norway.* In: Modern Power System, Marea Britanie, ianuarie 1995.

[4] * * * *La deregulation, un marche pour les economies d'energie ?* In: Energie Plus, Franţa, februarie, 1995.

Referent: ing. Vasile Rugină - Institutul de Cercetări şi Modernizări Energetice - ICEMENERG, Bucureşti

(Primit la 17 martie 1995, acceptat la 7 aprilie 1995)

COMPETITION IN GENERATION

N.G. KETTING
Chairman of EURELECTRIC. Chairman of the Board of Managing Directors of the Dutch Electricity Generating Board (Sep)

Sectorul de energie electrică şi termică din România urmează să treacă printr-o perioadă de schimbare. Cum va arăta această schimbare, nu se ştie, dar se pare că acesta reprezintă o problemă importantă pe agenda de lucru politică. Este în curs un studiu formal privind restructurarea şi există propuneri într-un stadiu avansat de pregătire pentru o nouă legislaţie referitoare la electricitate şi căldură. Se speră că lucrările prezentate la seminarul de astăzi vor lărgi sfera dezbaterilor cu privire la opţiunile pentru sector şi vor fi un sprijin pentru România în a beneficia de unele succese şi a evita unele greşeli care s-au făcut în alte ţări.

The Romanian electrical and thermal energy sector is poised to undergo a period of change. Exactly what form this change will take is not yet known, but it appears to be high on the political agenda. A formal restructuring study is now under way and proposals for new electricity and heat legislation are at an advanced stage of preparation.

It is hoped that the various papers presented at today's workshop will help to broaden the debate on options for the sector, and to help Romania benefit from some of the successes, as well as avoid some of the mistakes, which have been made in other countries.

Descriptori: Competiţie, industria energiei electrice

The Electricity Supply Industry (ESI) has to meet several interrelated, possible conflicting needs: contributing to national energy security and allowing the maximum use of national resources, improved efficiency, financing of large investments, together with the settlement of "just and reasonable" rates to each customer group and, last but not least, protection of the environment.

There is a crucial link between structure and regulatory requirements. The discipline of markets and the discipline of regulation are substitutes for each other. Issues of structure and of regulation needs therefore to be considered jointly. It should be good therefore to recall what the Western experience learned us in this respect. Starting out historically on a local basis, electric utilities were driven on by competition in the race for development and growing profits. Later on, utilities discovered that additional economies of scale can be obtained only through combined efforts and a large degree of mutual assistance.

During that period, nations (or regions) acknowledged the natural monopoly with respect to the generation and distribution of electricity.

Today, what is striking at first glance is the diversity of power systems; diversity for example in Europe, between the German system with several hundred private, public or semipublic utilities and the French system dominated by one large public utility.

A closer look shows that this diversity mainly reflects political and institutional traditions of each country. Where local authorities play a role, the system will be more fragmented and

diversified, as opposed to countries where central authority dominates the scene.

But the relationships between parties involved must not be judged by appearances. There are common features rooted in a common history: in most of the developed countries, a common logic in operating the electricity sector emerged during the first half of the century. A logic which prevailed until the mid-80's. This is an industrial model, flexible enough to count for the diversity but also going further than the "obligation to serve". This model has proved its efficiency by combining security and quality of supply with stable and low prices.

The changes occurred during the last decade have been primarily caused by the regulatory context and not by major technical innovations which would affect the roots of the organizational structure of the industry. During this period, a lot of attention has been devoted to the introduction of the competition, with as possible result the whole sale electricity markets between producers and distributors or industrial users.

The long and hazardous road to independent production in the USA began, almost involuntarily, with the Public Utility Regulatory Policy Act (PURPA) that Congress voted in 1978. Involuntarily, because the main intention behind this legislation was merely to promote the use of local resources and thereby reduce dependence on oil products.

The PURPA act authorized the setting up and operation of generating plant with a special "Qualifying Facilities (QF)" status. These QF's would take the form of small-scale cogeneration or renewable energy sources plant. The act obliged power system operators to purchase the energy produced by the QF under conditions determined by government authorities.

Five years elapsed before we saw the first plant designed along the lines suggested by the PURPA act, and this only happened after a lengthy conflict over the jurisdictional scope of federal and states authorities. California and a number of eastern states were the first to publish texts that finally allowed the law to come into effect. The Californian experience was soon to prove instructive. The State Commission first fixed the price of purchasing electricity from the QF's on the basis of an administrative estimation of the savings that this would afford to the power system operator. This price proved to be unrealistically favourable to the generator companies, and the Golden State was perceived as an El Dorado for QF's, who rapidly proliferated in the area, to such an extent that California's electricity generating capability will continue to exceed demand till the end of the century. More importantly, the massive arrival of plant that was not subject to dispatching orders required nuclear power station operators to reduce their load in order to avoid excess production.

Wise from the events in California, government authorities introduced procedures to ensure that they would retain control over the planning of generating plant. Thus, today in the US we find widespread use of procedures whereby companies bid for contracts to set up plant of the required generating capability; these procedures are jointly controlled by power system operators and public authorities.

While certain aspects of the US experience remain highly specific the American context, we can nevertheless identify a generally-applicable logical structure behind the operation of independent generating facilities. The existence of a binding agreement represents a decisive progression from the legally stipulated model, which did not specifically stipulate such an arrangement. For the power system operator, locally responsible for providing uninterrupted service, the important factor here is to retain the advantage that are inherent to tight vertical integration. In a longer-term planning perspective, the power system operator must retain full control over the configuration of generating facilities, in order to adjust output levels and arbitrate between alternative generating resources. It will therefore be the power system operator who specifies the types of plant required and the amounts of

electricity to be generated by independent concerns.

This also means that the power system operator will be able to retain prime contractor status for new developments if this can be done at lower costs. The procedures involved in granting supply contracts vary in complexity, ranging from procurement private contracts to official calls for tender.

The contractual relationship between independent generator company and power system operator does seem to offer the required degree of solidarity between generation and transmission functions, and would not appear to hinder the smooth running of the planning process.

The US Congress confirmed a previous vote in expressly specifying that under no circumstances could the Federal Electricity Regulatory Commission (FERC) impose open access to the network for the purpose of supplying end users.

This contrasts with the position adopted by the January 1992 draft directive of the Commission of the European Union.

In May 1992 the continental members of EURELECTRIC expressed their disagreement with the proposed directive and restated their willingness to cooperate towards a new text of directive. Subsequently, the Energy Council in November 1992 and the Economic and Social Committee in March 1993, requested the modification of the proposed directive. In March 1993, the European Parliament started the discussion of the amendments of this draft directive.

În November 1994, the Energy Council concluded that "completion of the internal electricity and gas markets requires flexible solutions, which, however, must be applied in the spirit of reciprocity between Member States and lead to equivalent and non-discriminatory opening of markets". It also stated that "there is the need for additional discussion and clarification with regard to market liberalisation in the areas extending beyond the production sector". Different solutions may be envisaged that "lead to equivalent economic results and, therefore, to a directly comparable level in the opening of markets and to a directly comparable degree of access to electricity markets..".

EURELECTRIC fully supports the Council conclusions of November 1994 and the flexible approach proposed there. Liberalisation and globalisation of the production sector does not mean that the electricity sector has to be organised in the same way in all Member States. The European Electricity Supply Industry is ready to consider the introduction of new approaches to electricity trade. Important is to define the framework and the boundary conditions allowing for coherent operation within the sector. Increased competition in generation is a welcome instrument for lowering costs, with consideration however for the reliability, the freedom of choice for large customers and the care for the environment. Primary advantages, however, are expected to come from an enhanced operation of the systems and not from external factors.

The Council of Ministers acclaimed multiformity. A careful analysis is now being performed of the possible consequences arising from the side-by-side existence of different forms of organisations.

Referent: dr. ing. Jean Constantinescu-
Institutul de Cercetări şi Modernizări
Energetice - ICEMENERG

(Primit la 5 martie 1995, acceptat la 21 aprilie 1995)

Autorul doreşte să accentueze ideea că scenariul "ce ar fi dacă ?", prezentat în această lucrare, nu reprezintă concepţia sau recomandarea vreunei organizaţii sau persoane, inclusiv a autorului însuşi.

Lucrarea prezintă modelul de restructurare şi privatizare din Marea Britanie şi pune întrebarea: Ce ar fi dacă RENEL s-ar restructura şi privatiza în acelaşi fel ?"

Scopul lucrării este acela de a stimula dezbateri fierbinţi în cadrul mesei rotunde pe tema: "Competiţia din sectorul energiei electrice" din 14.04.95

WOULD THE UK RESTRUCTURING AND PRIVATISATION MODEL WORK IN THE ROMANIAN ELECTICITY SECTOR!

MARK VELODY*

The author would like to stress that the "what if ?" scenario presented in this paper does not represent the view or recomandation of any organisation or individual, including the author himself.

The paper considers the UK restructuring and privatisation model, and asks the hypothetical question "what if RENEL was to be restructured and privatised in the same way ?"

The objective of the paper is to stimulate heated debate at the workshop on "Competition in the Electricity Sector" on Friday April 14 th 1995.

Descriptori: industria energiei electrice, RENEL, privatizare, competiţie

Introduction

This paper introduces the way in which the UK government approached restructuring and privatisation of the electricity industry, discusses key successes and failures, and considers any principles which could be relevant for the Romanian electricity and heat sectors.

The main argument which was used against restructuring in the UK (the technical argument) is examined, and three additional commonly aired arguments against restructuring in Romania (the stability argument, the change management argument and the residential pricing argument) - which have no direct UK equivalents - are discussed.

The paper goes on to consider the effect of restructuring on the employees, and to discuss - and question - whether parallels may be drawn for Romania.

The objective of the paper is not to make recommendations, but to help broaden the debate by identifying some of the unexpected advantages and disadvantages of restructuring.

Background - the UK experience

The last twelve years have seen a fundamental transformation in the UK electricity sector.

* Mark Velody has been resident in Bucuresti since January 1994 as Energy Policy and Legislation Adviser to the Ministry of Industries. His mission is supported by the SYNERGY Programme of DG XVII (Energy) of the European Commission, and will continue until March 1996.

In 1983, legislation was enacted to remove a generation and transmission monopoly which was previously enjoyed by the state-owned Central Electricity Generating Board (CEGB). The result ... NOTHING HAPPENED. With the exception of one or two small local projects, there was no-one with the determination and capital to enter into competition against the enormous, powerful CEGB.

Margaret Thatcher wasn't pleased! Her intention for the electricity sector (and indeed, most other sectors) was to create not only the legal environment in which competition was theoretically possible, but actually to stimulate and create competition itself.

It appeared that a legislative framework which *allowed* private participation in the sector was not enough to *attract* such participation. Potential entrants were constantly undermined by the enormous CEGB, which clearly did not want competitors to emerge. Indeed, some CEGB employees considered undermining potential competitors to be an unwritten part of their job description. (Note: find an ex-CEGB employee and get him/her drunk - the truth will out !)

So Mrs. T. got serious ...

In 1989, new legislation was enacted to "break the UK electricity sector up into small pieces, and sell it", as a result of which:

- conventional power stations were divided among four newly established, private companies (National Power, PowerGen, Scottish Power and Scottish Hydro) ... the government retained a stake in these companies, and sold the rest as shares;

- the nuclear sector was given to two state companies (Nuclear Electric and Scottish Nuclear) ... no-one wanted to buy the nuclear industry !;

- distribution was transferred from state-owned regional boards to 13 privately owned Regional Electricity Companies (RECs);

- transmission was devolved to a monopoly company (National Grid), which is owned by 14 equal shareholders - the 13 RECs and the Government;

- an independent regulatory body was established to ensure fair play (the Office of Electricity Regulation - OFFER); and

- an independent organisation was set up to sort out prices (The Electricity Pool of England and Wales).

And (contrary to many people's expectations) THE LIGHTS DIDN'T GO OUT !

This, though, was just the beginning. Since 1989, several private generation companies and joint ventures have constructed power stations (more than 50 % of new generation since privatisation is produced independently); the RECs have diversified their activities (a northern Scottish consumer can now buy electricity - or even gas - from a southern English REC); the government sold its remaining 40 % stake in the ex-CEGB companies (only 60 % was sold in the original share offer); and plans are at an advanced stage to allow ordinary shareholders to buy a stake in National Grid.

And still, THE LIGHTS HAVEN'T GONE OUT !

The question posed in this paper, therefore, is what would happen if legislation similar to the UK Electricity Act (1989) was to be enacted in Romania ?

Who would gain ? ... Who would suffer ? ... and would the lights go out ?

Similarities between RENEL and the CEGB

There are strong parallels between RENEL and the CEGB. The CEGB, like RENEL, was a state-owned, enormous, over-staffed, vertically integrated company which was dogged by a "utility culture" which was highly resistent to change.

The top management of the CEGB, like RENEL, consisted almost entirely of engineers. The CEGB's technically-based arguments against the break-up (which successfully delayed the

privatisation process for many years) have all been demonstrated to be unfounded and untrue. "Privatisation would compromise safety" ... not true. "Privatisation would compromise security of supply"... not true. "Breakup of the industry would simply be unworkable" ... not true. "The electricity industry is a "natural monopoly" ... not true.

Technical arguments were difficult for non-engineers to argue against. However, once the break-up of the sector was presented as a fait accompli, these same engineers were still working in the industry, and applied their skill and knowledge to *make* the new system work. The moral ... never underestimate the ingenuity of a good body of energy engineers !

Differences between RENEL and the CEGB

The technical arguments have almost - but not quite - been put aside. (RENEL, unlike the CEGB, supplies thermal energy as well as electrical energy. New technical arguments may emerge).

There are theree additional common arguments against the breakup of the electricity industry in Romania, which do not mirror the UK experience.

1. The stability argument
2. The change management argument
3. The residential pricing argument

1. The stability argument

During the current period of transition RENEL is often considered to represent a stabilising factor in a rapidly changing economy, and should be kept intact for this reason.

This argument deserves some analysis.

All industries need power, and the electricity industry genuinely has a pivotal position in the Romanian economy. At present, many large state-owned companies owe their continued existence to the goodwill (or, if such a concept exists, reluctant goodwill) of RENEL, which does not exercise its right to disconnect customers who cannot pay their bills. In a "perfect market economy", these companies would have two choices -pay up or close down.

The social cost of bankrupting defaulters, in terms of redundancies, would be considerable. Large numbers of employees who would lose their jobs if RENEL decided to "get tough", which could cause serious social and political instability in Romania.

The UK-type (market principles/Thatcherite) approach to the problem of unprofitable companies would be to let then "sink or swim". The Romanian approach has been to cast the floundering companies two distict "life-lines" - one official and one unofficial.

The "official life-line" is the provision of technical assistance from bodies like the Agency for Restructuring at the Ministry of Industries, which is working on helping the managers of state companies to make their enterprises profitable. This is a time-consuming and complex process, which could take many years to complete. Meanwhile, the "unofficial life-line" is the policy of continuing to tolerate non-payment of energy bills and the resulting "financial blockage".

It would not be appropriate for the author to comment on which of the two approaches presented above is "right", as the answer is entirely one of political opinion. Suffice to say that the UK approach (disconnection) is *theoretically* consistent with the policy of the Government of Romania to introduce "market solutions", whereas the *actual practice* in Romania is both more socially benign and more pragmatic.

Returning to the main argument, RENEL as the vehicle which absorbs the "financial blockage" is certainly providing a valuable service to the government today. However, how long the government will continue to want the "financial blockage" to be absorbed - or indeed whether the blockage will continue to exist in six months or a year's time, remains open to question.

As a final point on the "stability argument", it should be noted that reasoning of this sort is not completely unique to Romania. The Financial Times Energy Economist (FTEE), in its March 1995 edition, mentions a similar argument, commenting on a recent attempted hostile takeover of one of the UK Regional Electricity Companies by a foreign buyer. It is argued that the REC "was to be a power house behind the regeneration of the north east of England and should remain in English hands." FTEE describes this argument as "claptrap".

2. The change-management argument

This is the common "it might work in the UK - but not in Romania" argument. It is much misunderstood concept, but nevertheless represents a strong argument.

On the surface, this seems to reflect the old CEGB arguments (safety, security of supply, unworkable, natural monopoly, technically impossible etc. - see above) which have been demonstrated to be fallacious.

Digging a little deeper, the argument could appear to based on a natural fear of fundamental change amongst the staff of public utilities, when they suddenly discover that their quiet, safe "job for life" is to be pushed into the cut-and-thrust world of the private sector. Naturally, employees resist, and this resistance becomes an effective barrier to change.

This is a good argument. If the staff and management of an organisation are conviced that a programme of change will fail, this can easily become a "self-fulfilling prophecy". The UK utilities, like RENEL, were staffed with many people who considered major change to be neither desirable nor achievable[1)].

The difference between the UK and Romania, however, is that the UK utilities did not jump into the shark-infested waters of privatisation by themselves. They were pushed.

The UK restructuring and privatisation process was driven from the top by Margaret Thatcher, who had a personal ideological ambition to destroy as many as possible of the "untouchable", old-fashioned state utilities - electricity, gas, water, telecoms and others.

In Romania, the current political leaders have not been elected on the basis of their ambition to carry out a relentless utility privatisation programme. On the contrary, specific legislation has been enacted to *protect* utilities from the privatisation process - they have been designated Regies Autonome (state companies of national importance which may not be privatised) rather than SAs (ordinary companies).

The real argument, therefore, is that the situation in Romania does not meet "the first rule of change management" - i.e. secure firm support from the top. This view is supported by the slow rate of privatisation in other (non-strategic) sectors in Romania. 3,000 state companies were scheduled for privatisation during 1994 - and it didn't happen. This demonstrates the difficulty of achieving any form of structural change without commitment (not just agreement - real determination) from the very top.

For RENEL, there is real validity in the view that "it might have worked in the UK - but not in Romania".

3. The residential pricing argument

The provision of uninterrupted basic energy services to residential customers has been a policy of the Government of Romania since 1990, and RENEL implements a policy of cross-subsidisation which absorbs the true cost of residential supply into commercial and industrial sales.

The breakup of RENEL would leave no central, strong state-owned company to continue to carry out the government policy of supporting residential customers. Even a less fundamental form of restructuring, such as allowing private electricity companies to compete against RENEL, could create a situation in which new companies may "cherry pick" the most profitable industrial and commercial consumers, leaving RENEL less able to continue to support the residential consumers.

The argument, therefore, is that the breakup of RENEL would undermine the residential subsidy and lead to great hardship for the people of Romania.

This is a powerful, even an inflammatory argument, evoking memories of the former regime. Nevertheless, is a false argument.

There are a large number of economic and policy tools which can be implemented to ensure that restructuring does not create fuel poverty. Legislation and regulation can create direct subsidies, rebates, levys or a pricing regime which avoids the need for a sudden increase in residential prices.

[1)] This is a provocative statement. However, the author can claim first-hand experience here. I myself have "been privatised" as an employee of an enormous state energy monopoly, British Gas, between 1984 and 1990. We, the employees, were extremely wary about the changes, but they were imposed upon us. The result ? Within five years, BG successfully cast off its "old fashioned" utility culture and became "the world's leading gas company"(Enron also claims this title, but why quibble)?

While there is no direct UK equivalent to the issue of fuel poverty in Romania (UK residential customers can, in general, afford to pay the true cost of supply - and more), schemes are operating to give financial support to the unemployed and low-waged. In addition, the elderly are given additional support during unusually cold winters.

Implication for the employees

For the employees, there have been winners and losers.

On the positive side, the best UK electricity industry employees have won large - sometimes very large - gains in their status, income and other benefits as a result of privatisation and restructuring.

The industry can now attract the very best UK staff, whereas top candidates used to see the nationalised CEGB as a "low prestige" employer.

On the negative side, employees have lost their job security - many of them actually lost their jobs. For example, National Power (NP), the biggest of the former-CEGB companies had eleven thousand employees when it was privatised. Today, NP has five thousand employees.

However, even former employees have often gained. The industry has reduced its staff numbers by paying large redundancy and early retirement packages, and by "contracting out" non-core activities. Hence, former employees can often be found enjoying early retirement on full pension, or doing the same job which they used to do for the CEGB, but as part of a small private company under contract to one of the major electricity companies.

This section looks into more detail at:

I. Implications for all employees (employee-shareholders)

II. Implications for top employees

III. Implications for middle-ranking and junior employees

IV. General implications for Romania

I. Implications for all employees (employee-shareholders)

At the time of privatisation, every employee of newly privatised electricity companies was able to purchase an allocation (or was given a free allocation) of shares in their company. This was a deliberate move to encourage personal involvement in the success of the company.

As the shares were sold relatively cheapy and initial offers were heavily over-subscribed, the value of shares rose rapidly. Hence, employee-shareholders gained.

It should be noted that some of the general public considered that they had lost out. There were two arguments. From an ideological perspective, some members of the public felt that the government had no right to sell "their" utilities. Others had no ideological objection, but simply felt that the utilities were sold too cheaply - a view which was supported by large increases in the share prices on the first day of trading. Hence, from these perspectives, the public were the losers.

However, a recent sale of the remainder of the government's stake in the electricity companies produced a very different result. On March 6 th 1995, the shares were sold. On March 7th 1995, the Regulator made a statement which included the fatal words: *"The Electricity Act gives me duties, including a duty to protect the interests of the consumers of electricity in respect of the prices charged. I intend to discharge those duties fully".*

This was interpreted to mean that the regulator - who everyone had assumed to be "comfortable" with the price of electricity - was not comfortable after all! The share price fell sharply, and this time the shareholders lost. Should the Regulator indeed force a reduction in the price of electricity, is is the public (electricity consumers) who will gain on this occasion.

Meanwhile, major shareholders are now considering suing the Government, alleging that it must have known that the Regulator planned to make his announcement on the day after the sale, and hence may have been party to a fraudulent sale or "insider dealing"! Only one outcome is certain in this instance ... the lawyers will gain!

The lesson for Romania ? If the Romanian government were to divide and privatise RENEL according to the UK model, the market *may or may not* follow the UK model. There are too many differences and variables between the Romanian and UK economies to make a sensible forecast.

The key difference perhaps is the level of ability and willingness of the Romanian people to buy shares, in the absence of an established stock

market, a share-buying tradition, and, critically, money. By contrast, 900,000 share applications were received via 11,000 banks and share shops for the recent public offer for the remaining 40 % National Power and PowerGen, the vast majority of these applications coming from ordinary membres of the public. Demand for shares exceeded availability by 1.7 times. (Source: European Energy Report, 3rd March 1995).

Other key variables would include the offer price; the extent to which investors are permitted to build to blocks of shares; and the proportion (if any) of shares which are allowed to go into foreign ownership. (Part-foreign ownership brings not only foreign capital, but know-how and technology transfer).

II. Implications for the top employees

In the UK, very senior personel have gained considerably from privatisation.

The CEGB had a President.

The new UK companies now have 8 Presidents! - one each for National Power, PowerGen, Scottish Power, Scottish Hydro, Nuclear Electric, Scottish Nuclear, and General Directors for the Pool and OFFER. (The RECs also have Presidents).

While the salaries of heads of the Pool and OFFER and the Presidents of the (state) nuclear companies have remained at the level of a "top civil servant", the Presidents of the privatised companies have done very, very well indeed! Their salaries have been increased to match those of similar - sized private sector companies. This has resulted in a more-than-ten-fold increases in total remuneration packages for the Presidents of National Power and PowerGen. (Nice work if you can get it!).

Similarly there are also 8 deputy presidents, 8 company secretaries, 8 directors of finance, 8 directors of personnel, 8 directors of marketing, 8 ...etc. etc.

It should be noted that the full salary package for directors of the privatised companies include not only large salaries and benefits, but also share options in the companies ... and share values have increased several times since privatisation. Make no mistake about it - many directors are now millionaires - not lei millionaires - not even dollar millionaires-but sterling millionaires.

The implications for RENEL ? If the UK model was applied to Romania, the people who would benefit most would be likely to be high-level electricity professionals who really understand the electricity industry ... in fact, the sort of people attending this very workshop. Almost everyone around the table today would probably be a President or a board member of one electricity company or another !

Meanwhile, the UK press are having a field day. Do enormous salaries for the Presidents of National Power and PowerGen represent "an appropriate level of reward for leading UK businessmen" (as indicated by the right wing press) ? Or are they "a scandalous and inappropriate abuse of power, especially during a period of recession" (as suggested by the left-wing press).

Whichever view the editors take, one thing is certain - stories about utility millionaires sell newspapers ! Even the Energy Economist, not normally noted for its scandal pages, reported in February 1995 that a group of nuns from the Catholic order of the Daughters of Jesus are to challenge the pay rise of the chief executive of British Gas !

Despite the scandal, the view of the Regulator is firm - it is none of his business. If the shareholders of the privatised companies want to pay their executives enormous salaries, that is their absolute prerogative...and providing the executives continue to make enormous sums of money for their shareholders, it is a prerogative the shareholders are likely to continue to exercise.

III. Implications for middle-ranking and junior employees

A little further down the corporate ladder, there have been both winners and losers.

The number of middle-ranking managers reduced sharply, as unnecessary levels of administration and bureaucracy were abolished in the smaller, more dynamic electricity companies. However, those middle-managers who "survived" the restructuring process have benefitted from

higher salaries and fringe benefits, to bring their terms of employment up to the level of other private sector companies. Nowadays, everyone at National Power and PowerGen appears to drive a company car. This certainly wasn't true in the days of the CEGB.

Having said that, there is a widespread belief in the UK at the moment that "the honeymoon is over". The Regulator is becoming increasingly tough on the electricity companies, which have been making highprofits, as well as improving staff salaries and conditions. Meanwhile, the scope for decreasing internal costs - which was large at the time of privatisation - has reduced, as the companies have now shed their "excess" staff and modernised their working practices. Faced with the insatiable appetites of the shareholders for large dividends, the companies are now looking for new ways to reduce internal costs and hence increase profutability. Perhaps the middle-managers will be back on the bus before too long !

The number of unskilled, semi-skilled and junior employees also reduced, particularly for non-core activities which have been contracted out.

IV. General staffing implications for Romania

There are fundamental differences in the staffing structure and working practices in the UK and Romania which imply that even if the UK restructuring and privatisation model were to be applied, the staffing implications could be very different.

Yes, RENEL *is* overstaffed - even more than was the CEGB - but perhaps the need to reduce staffing levels is not so urgent as it was in the UK.

A junior electricity engineer can cost a UK electricity company some USD 62,500 per year to employ.[2)] This is simply not the case in Romania.

So perhaps RENEL can *afford* to be overstaffed (providing that it charges - and receives - international prices for electricity). The Romanian electricity industry can continue to have two or theree times as many staff as its UK equivalent and still have a lower overall salary bill.

In the future this will change as Romanian salaries continue to rise to meet international levels. However, as this may take several years, the need top reduce staffing levels can be accomplished gradually rather than straightaway.

[2)] Assumptions: a Junior Engineer's salary in the UK is approximately USD 25,000 per annum, and cost to a company of employing any employee is approximately two-and-a-half times his/her salary.

Referent: ing. Dumitru Manea - RENEL, Bucureşti

(Primit la 5 martie 1995, acceptat la 21 aprilie 1995)

COMENTARII

Pornind de la o serie de întrebări de genul "Cine va câştiga ?" sau "Cine va suferi ?" în cazul în care modul de privatizare al sectorului energetic din Marea Britanie va fi aplicat pentru RENEL, lucrarea constituie o excelentă bază de discuţii pentru toţi specialiştii prezenţi la această masă rotundă.

Central Electricity Generating Board (CEGB) din Marea Britanie a fost într-adevăr la origine o companie de electricitate integrată pe verticală, ca şi RENEL, cu unele asemănări şi diferenţe foarte sugestiv redate în lucrare.

Punctul cel mai fierbinte, în opinia subsemnatului, subliniat în cadrul capitolului privind diferenţele existente între CEGB şi RENEL, îl constituie modul de tarifare a consumatorilor casnici, atât pentru energia electrică, cât şi pentru energia termică, aceste tarife fiind subvenţionate încrucişat de către toate celelalte categorii de consumatori.

Dacă în cazul tarifelor pentru energia electrică influenţa în tarifele celorlalţi consumatori nu este semnificativă, nu acelaşi lucru poate fi spus în cazul tarifelor pentru energia termică, unice pe RENEL, indiferent de modul de producere (CET, CT, CAF, CAI).

Consumul de energie termică produsă de RENEL şi destinată populaţiei a reprezentat în anul 1994 circa 50 % din totalul livrărilor RENEL, ceea ce se traduce într-o importantă influenţă

asupra tarifelor pentru celelalte categorii de consumatori.

De aceea, în ultima perioadă, o serie de filiale de electrocentrale se confruntă cu scăderea drastică a cererii de energie termică, unii consumatori trecând la construirea de centrale termice proprii.

Aceasta poate avea consecinţe grave, atât asupra consumului specific de combustibil, grupurile de termoficare fiind nevoite să lucreze în regim de condensaţie cu consum specific sensibil mai mare, cât şi asupra costurilor medii de producere a energiei electrice şi termice pe total RENEL, prin creşterea acestora.

În acelaşi timp, producătorii de energie termică, alţii decât RENEL, practică tarife diferenţaite, în funcţie de natura combustibilului şi în conformitate cu costurile reale de producţie, în cazul în care se depăşeşte tariful aprobat pentru populaţie, regularizând diferenţa cu bugetul de stat.

Pentru că discutăm problema competiţiei, este imperios necesară, în primul rând, eliminarea subvenţionării consumatorilor casnici de către celelalte categorii de consumatori, atât pentru energia electrică, cât şi pentru energia termică şi aprobarea de tarife pentru energia termică produsă în centralele RENEL diferenţiate pentru fiecare centrală în parte, în funcţie de modul de producere şi natura combustibilului, aşa cum se procedează şi pentru ceilalţi producători de energie termică, tarife care să ţină seama de costurile reale de producţie.

Iată de ce, în acest punct cheie al oricărei companii de electricitate, comparaţia între CEGB şi RENEL devine dificilă, dacă nu chiar imposibilă, până la eliminarea completă a subvenţiei încrucişate.

Motivaţia salariaţilor în cazul schimbării, aşa cum s-a petrecut ea în Marea Britanie la CEGB, poate fi un argument, dar nu este suficient de convingător în cazul RENEL.

Este greu de presupus că viitoarea structură a RENEL va adopta modelul britanic sau modelul olandez sau oricare alt model existent în lume şi consider că principalul rol al acestei dezbateri este de a clarifica, pe cât se poate, principalele semne de întrebare ce se pun în faţa sectorului energetic din România.

Lucrarea domnului Mark Velody, pe care o consider deosebit de interesantă, incită la o astfel de discuţie. Esenţialul este ca "diamantul RENEL" să nu devină, aşa cum bine subliniază autorul, o grămăjoară de pulbere, indiferent dacă el va rămâne cum este sau va fi tăiat într-o mulţime de mici briliante.

Dumitru Manea - RENEL

Anunţ important

RENEL - FILIALA ELECTROCENTRALE PITEŞTI cu sediul în Piteşti, Bdul Petrochimiştilor km. 8, judeţul Argeş, cod poştal 0300, Cos SIRUES 1245657, telefon 048/634400 int. 138, fax 048/681318, telex 18236, organizează în data de 26.07.1995, ora 10^{oo} **licitaţie publică deschisă** pentru achiziţionarea a patru bucăţi scimbătoare de căldură abur-apă, debit 800-1200 t/h; P apă-abur 16/18 bar; T apă-abur 200°C/350°C, având ţevi din inox şi plăci tubulare placate cu iox.

Ofertanţii vor transmite prin telex, fax sau adresă cererea de înscriere pe lista ofertanţilor până la data de 30.06.95.

Documentaţia licitaţiei, în valoare de 180.000 lei, se va pune la dispoziţia ofertanţilor care au înaintat cerere începând cu data de 15.06.1995 de la sediul F.E. Piteşti.

CONSIDERATIONS CONCERNANT UN ASPECT PARTICULIER DE CONCURRENCE DANS L'INDUSTRIE ELECTRIQUE ÊNTRE PAYS D'EUROPE DE L'EST

În articol este arătată poziţia sistemului electroenergetic românesc în competiţia dintre ţările Europei Centrale şi de Est, în aspiraţia lor pentru interconectarea la un sistem electric pan-european. Efectuarea unor probe de funcţionare interconectată, similare cu cele întreprinse şi anunţate de grupul CENTREL, de un grup de sisteme mergând din România până în Grecia, urmate de o exploatare de durată de aproape un an, în aceeaşi schemă, a fost prezentată în mod public pentru prima dată în faţa unei audienţe largi la sesiunea CIGRE de la Paris, din septembrie 1994, de autorii articolului de faţă. Concluzia rezultată a fost că ambele grupuri de sisteme apar ca apte pentru interconectarea la sistemul vest-european (UCPTE) într-un viitor apropiat. Este vorba despre o "concurenţă" care apare ca marginală la tema mesei rotunde dar care, prin importanţa sa, îşi merită locul în ea.

In the paper the position of the Romanian electric System in the composition of the CEE Countries to a pan-European interconnected System is presented. The fact that a trial similar to the one made and publicised by the CENTREL Group, was performed by a group going from Romania to Greece, followed by a permanent operation of nearly one year in the same pattern, has been for the first time presented to a large public audience in September 1994 at the Paris CIGRE Session, by the same authors. As a reaction, it appeared that both groups of systems are practically prepared to be interconnected to the West-European System (UCPTE) in a very next future. It is a kind of "Competition" which is marginal to the theme of the Round-Table, but deserves, by its importance, a place in it.

dr. ing. CĂLIN MIHĂILEANU *;
ing. ION CONECINI **)

Descriptori: competiţie, economie de tranziţie, Europa Centrală şi de Est, reţea paneuropeană

Introduction

Ce que nous désignons par pays de l'Europe Centrale et de l'Est dans le contenu du présent article comprend: la Bulgarie (BUL), la Hongrie (HUN), la Pologne (POL), L'ex-RDA (VEAG), la Roumanie (ROM) et la Tchécoslovaquie (CSL).

Les réseaux de ces pays se sont interconnectés en couplage synchrone il y a quelques 30 ans dans l'organisation connue sous le nom IPS-CDO (Interconnected Power System - Central Dispatching Organisation), ayant son siège à Prague, C'est dans cette même organisation qu'était présente l'Union Soviétique avec la partie du Sud-Ouest de son réseau unifié connu sous le nom de UPS (Unified Power System) [1, 2].

Depuis 1992, l'URSS a été remplacé au sein de l'IPS-CDO par l'Ukraine (UKR) et la partie européenne de l'UPS de la Russie (RUS).

Dans les pays de l'Est mentionnés plus haut, pendant la période 1989 - 1992, des transformations dramatiques ont eu lieu dans leurs structures socio-politiques et économiques. Une

*) Institutul de Cercetări şi Modernizări Energetice - ICEMENERG , Bucureşti
**) RENEL, Bucureşti

profonde crise économique s'est manifestée, concurremment aux processus de transition des économies rigides, planifiées de facon centralisée, vers des économies de narché. Les réductions importantes de la production industrielle et l'arrêt presque total des travaux d'investissements ont eu comme conséquence une demande diminuée d'énergie, y compris de celle électrique.

Les évolutions des puissances installées, charges à la pointe, réserves de puissance, productions et consommations d'énergie électrique et commerce d'énergie électrique des réseaux des pays considérés ont fait object de la première partie d'un rapport que nous avons présenté à la Session d'Août-Septembre 1994 de la CIGRE [3].

1. Tendances manifestées dans l'Europe Centrale et de l'Est électrique depuis 1989

Tout à coup, en 1989 l'Europe Centrale et de l'Est électrique a souffert un changement dramatique, comme conséquence de l'échec complet, politique et socio-économique, des régimes qui avaient été installés dans les Pays de l'Est. Ils s'étaient habitués à une forte et a peu près unanime dépendance énergétique de l'Union Soviétique, bénéficiant en échange de certaines conditions favorables concernant les prix. Les réseaux nationaux de l'IPS et leur CDO de Prague étaient considérés comme l'un des sous-systemes de l'UPS de l'URSS [4] et progressivement intégrés dans le super-réseau de 750 kV, taillé à l'échelle d'une super-puissance bi-continentale et adapté aux besoins de celle-ci, mais beaucoup moins pour des pays de petites ou moyennes dimensions et fortes densités, ayant des caractéristique électriques présentant plutôt des similarités avec le reste de l'Europe. Ainsi donc, lorsque l'indépendance électrique arriva, en meme temps avec ses contreparties: insécurité dans l'approvisionnement et/ou conditions de prix non-préférentielles difficiles, même si elles étaient justifiées, *ces pays se sont tournés avec de nouvelles espérances vers* - ce qui leur avaint semblé jusqu'alors une sorte de fata morgana - *un réseau électrique interconnecté paneuropéen.*

Dans les quatre années qui se sont écoulées depuis 1989, il y a quelques tendances dont l'existence semble généralement acceptée. Parmi les plus importantes:

- préférence à l'interconnexion synchrone, en comparaison avec celle à courant continu, y compris par des liaisons dos à dos;
- pas de développement, pour une bonne période de temps tout au moins, du super-réseau à 750 kV;
- nécessité d'un préparation soignée des réseaux candidats à l'interconnexion avec les réseaux occidentaux, pour remplir les conditions préliminaires, tout premièrement celles concernant le réglage de la fréquence et des tensions.

Conjointement, une concurrence - plus ou moins déclarée - est devenue apparente entre les réseaux candidats des pays de l'Est. Nous pensons que ce processus peut être examiné avec des méthodes similaires à celle traitant la contradiction apparente entre compétition et coordination des compagnies d'utilité publique ayant pour objet l'alimentation en électricité de zones définies [5].

2. Concurrence et/ou coordination

Il est indéniable qu'il existe une tendance naturelle et parfaitement justifiable à une compétition fair-play entre réseaux candidats de l'Europe Centrale et de l'Est, dans leurs efforts de mettre en valeur leur spécificité et de démontrer leur préparation pour être inclus dans une interconnexion de réseaux paneuropéenne.

Malheureusement, cette compétition risque d'être polluée par des influences politiques, nationales et internationales, n'ayant rien à voir avec les criteres ou considérations énergétiques, environnementaux et économiques.

Pour éviter de pareilles influences, ainsi que pour un développement et une exploitation ordonnée composant une pareille interconnexion, une *action coordinatrice* est sans aucun doute d'utilité et dêvrait être adoptée.

Il y a deux sortes d'actions coordinatrices possibles: une coordination *globale*, de l'ensemble de l'interconnexion et une coordination par *groupes régionaux de proximité.*

La première consite dans l'établissement de normes et réglementations générales, ainsi que de recommandations, vérifications de la sécurité (par exemple, la règle des n-1) etc, qui doivent être respectées autant par les réseaux composant à présent l'interconnexion que par ceux qui se raccorderont à cellle-ci. Cette coordination ne

suppose nullement l'existence de quelque autorité fortement centralisée, mais plutôt un guide dont l'existence s'est avéré nécessaire progressivement, au fur et à mesure que le nombre, l'aire desservie et la densité des réseaux composant l'interconnexion se sont accrus de facon continue et considérable.

En ce qui concerne le second type de coordination la question qui peut se poser est si et pourqoi de pareils groupements seraient-ils vraiment opportuns dans le sein de l'interconnexion. La réponse réside dans la large diversité des caractéristiques spécifiques des réseaux composant l'interconnexion. Différents intérêts, ou même des rivalités peuvent exister entre les réseaux composant et/ou ceux candidats qui sont en compétition pour faire part de l'interconnexion. Par contre, quand des intérêts similaires et/ou des caractéristiques semblables existent entre réseaux composants contigus, la création de groupements régionaux de proximité apparâit comme faisable et même attrayante. Une compétition, ou des intérets contradictoires peuvent apparaître entre un pareil groupe et les autres candidats ou membres de la communauté isolés, ou entre deux ou plusieurs de ces groupes. Une action de coordination concertée peut éviter l'apparition ou la persistance de sentiments conflictuels et d'autant plus que, parfois, ceux-ci comportent une dose non-négligeable d'artificiel.

D'ailleurs, dans l'évolution de l'UCPTE même, de pareilles situations ont existé et à présent aussi de pareils groupements, formels ou informels, existent. Mais, leur apparition n'a pas été le résultat d'une action concertée graduelle, géographiquement orientée, conformément à un processus supposé de maturisation progressive de "l'interconnectibilité"-pour augmenter le lexique ! Au contraire, leur apparition a été le résultat spontané et non-préférentiel, généralisé, à l'échelle de l'interconnexion tout entière.

Pour exemplifier les considérations antérieures on peut affirmer que la création du groupe CENTREL pourrait être justifiée, à condition qu'il ne soit pas considéré comme un facteur de blocage ou de retard, pour l'interconnexion d'autres réseaux candidats.

3. Une vision Roumaine

Vu par les auteurs, l'examen de la nécessité et de l'opportunité de l'interconnexion Est-Ouest doit comprendre tous les réseaux situés en Europe de l'Est et du Sud-Est. .

Une limitation, de facto, au pays du CENTREL, l'avenir restant flou, serait une erreur, tout comme une extension immédiate à la zone bicontinentale couverte par les pays résultés à la dissolution de l'URSS.

La justification de la première assertion réside, en premier lieu, dans l'existance même de réseaux membres de l'UCPTE dans le Sud-Est de l'Europe, et que la zone située entre les pays du CENTREL et ceux mentionnés plus haut ne peut pas etre laissée de côté - même provisoirement pour un avenir incertain.

Quant à la seconde, elle a en vue que l'interconnexion d'une Europe électrique désormais réunie, avec les réseaux des pays de l'ex-URSS est une question à traiter différemment, d'une autre envergure, avec des outils différents, prenant en considération les grandes distances, l'ordre de grandeur des paramètres, somme toute un projet digne du 21e siècle.

Dans un pareil contexte, l'importance géoénergétique du réseau roumain est facilement visible. La réserve importante de puissance installée peut être réhabilitée. La structure du réseau interne de 400 kV de la Roumanie doit comporter quelques renforcements dans sa partie située à e'Ouest du pays, en corrélation avec l'activation de la ligne d'interconnexion à 400 kV Arad-Szeged en Hongrie, avec des extensions possibles pour faciliter l'interconnexion de la Hongrie avec la Slovénie et la Croatie, membres du SUDEL. Une nouvelle liaison avec la Hongrie dans la zone Oradea-Békéscsaba serait bénéfique. Un renforcement des relations entre la Roumanie et la Hongrie, sur le plan du partenariat électrique aussi, pourrait résulter des études à mener en commun.

D'une importance tout aussi grande est le regard qu'on peut jeter de Roumanie vers le Sud, avec la Bulgarie, vers la Grèce et même la Turquie.

4. Le deroulement de la session CIGRE 1994. Preparation

Le point de vue des auteurs de ce rapport sur la question: concurrence ou coordination a fait l'objet d'un rapport 37 - 109 [3] a la Session biennale de 1994 à la CIGRE. Nous pensons utile

de présenter dans ce qui suit la réaction qu'il a produite.

Six moins avant la session, le Rapporteur Spécial au Groupe 37 [6] avait groupé 10 rapports pour le premier sujet préférentiel dont la seconde partie traitait exactement le sujet présenté par nous, à savoir: "Interconnexions et intensification tant de la coopération que de la compétition entre les compagnies d'électricité. Les limitations". Concernant ce sujet, la mention suivante était faite par le Rapporteur Spécial:

"Les rapports 37 - 106 [7], 37 - 107 [8] et 37 - 109 [3] décrivent la situation des systèmes de production-transport dans les pays d'Europe de l'Est et leur évolution depuis 1989. C'est le rapport 37 - 109 en particulier qui fait un tableau de l'évolution historique de ces systèmes. Il éclaire ainsi très bien ce qui vient de se passer dans le secteur électrique Est-Européen depuis 1989. La coopération et la concurrence sont toujours visibles dans le contexte de tous ces trois rapports".

Concernant CENTREL, le rapport spécial mentionnait: "les essais de fonctionnement indépendant de ce groupe faits à la fin de 1993 avec des résultats satisfaisants, permettent d'être optimistes quant à la proche synchronisation (1996) avec UCPTE, pour fonctionner conformément aux recommandations de cette dernière organisation". Et plus loin:

"En attendant la création d'une organisation unique dans laquelle chaque partenaire aurait les memes droits et obligations, l'idée de grouper ensemble certains réseaux, comme on l'a fait dans CENTREL ou UCPTE, en vue d'atteindre des systèmes presque auto-satisfaisants, parait gagner du terrain.

Il semble certain que la coopération entre les réseaux de l'Est est inévitable s'ils veulent résoudre rapidement les problèmes qu'on vient d'énoncer".

"Dès que les objectifs primaires seront atteints le temps viendra de balancer coopération et compétition au sein de chaque groupe, aussi bien qu'entre ces groupes".

"Dans l'esprit des remarques précédentes, on est tout le temps conscient de la frontière qui sépare coopération et concurrence. On constate que la *communication entre compagnies et groupes est essentielle.* C'est par l'intermédiaire de cete relation ainsi créée et grâce à un *degré minimal de transparence* concernant les données, qu'il sera possible *à l'avenir, de considérer satisfaisante à tous les niveaux une organisation des groupements* qui font partie d'un système interconnecté en expansion."

Le rapporteur spécial aboutissait finalement à une question que voici:

"Question no.8

Peut-on dresser une esquisse résumative, limitée a trois orateurs pendant la session, relativement à la manière de *concevoir une organisation qui ferait face à cette inquiétude et qui pourrait avoir la chance d'être acceptée par toutes les parties?* Comment seraient vus les droits et obligations des partenaires, la vérification que les obligations sont respectées, ainsi que les échanges d'énergie, de données et des mesures de protection de l'environnement ?"

Intervention roumaine et conclusion

La nécessité d'une intervention de la part des auteurs roumains du rapport [3] était évidente, ce que fut fait (extraits en Annexe 1). C'était pour la première fois que devant une audience internationale importante les essais initiés par le réseau roumain, leur résultat et le fonctionnement interconnecté consécutif de durée étaient présentés. Le résultat ne s'est pas laissé attendre. Les conclusions du déroulement des discussions, auxquelles avaient participé des orateurs de marque, parmi lesquels Henri Persoz, Président du Comité de l'UNIPEDE pour les grandes interconnexions, ont été présentées dans le Résumé des Débats, rédigé par le Secrétaire de Séance, avec l'assentiment du Président du Groupe (extraits en Annexe 2). Nous laissons au lecteur la possibilité de comparer les propos antérieurs [6] et ceux finaux (de l'Annexe 2).

Nous soulignons, tout de même, que [6] présentait les réseaux du CENTREL comme les seuls à être interconnectables au réseau UCPTE, les informations apportées par nous concernant les essais similaires faits avec succès et continués par une exploitation sans accroc d'une demi-année du réseau roumain interconnecté avec des réseaux faisant partie de l'UCPTE (Grèce, parties de l'ex-Yougoslavie) avaient conduit à la conclusion que le réseau roumain était au mions tout aussi apte que ceux du CENTREL (d'ailleurs le nom lui-même de ce groupe n'est plus évoqué dans [6] a

• (N. des A.) Il s'agissait évidement de trois orateurs représentant les trois rapports 37-106, 37-107 et 37-109

etre interconnecté dans un avenir proche à l'UCPTE. D'ailleurs, l'évolution dans les 6 mois qui ont succédé la Session a confirmé ces conclusions.

Il est intéressant de remarquer ce qu'allait dire deux mois plus tard Henri Persoz à Budapest [9] (extraits à l'Annexe 3). Il avait donné à l'un de nous à la fin de la séance du Groupe 37 à la Session de la CIGRE le texte qui était préparé du [9] avec prière de ne pas le diffuser avant la Conférence de Budapest. Nous pouvons le faire à présent.

ANEXE 1

Name: Călin MIHĂILEANU Group: 37
Registration nr: 176 Pref. Sub: 1
Country: ROMANIA
Question no: 8, (5), (6), (7)

Reports 37-103, 37-106 and 37-107, as well as the special report 37-00, mention the independent operation trial performed by the CENTREL Group of Power Systems one year ago on September 29 and 30, 1993 and appreciate their undoubtedly important, satisfactory operational results,

I should like to inform the audience about a rather similar preliminary trial of interconnected operation of the Romanian PS with the PS-s of Albania, Greece and some ex-Yugoslav PS-s. This trial parallel operation took place from October 28th to November 13 of 1993. The purpose of this experiment was to prepare the studies necessary to determine the conditions of a possible operation of the Romanian PS (RENEL The Romanian Electricity Authority) interconnected with the UCPTE, as well as to test the quality and efficiency of the new secondary Load-Frequency Control (LFC) equipment of RENEL.

Starting with November 93, the IPS was split in 3 parts:

- VEAG (Germany), Poland, Czechia, Slovakia, Hungary, the Lvov region of Ukraine and Romania, representing a peak load of about 61 GW.
- Ukraine (excepting the Lvov and Harkov regions), Northern Caukasus (Russia), Moldavia and Bulgaria, with a peak load of about 45 GW.
- Russia (UPS) (without Northern Caukasus), Harkov region of Ukraine, and the other CIS PS-s operating in parallel with Russia, with a peak load of about 100 GW.

Beginning with the 5th of april of this year by a mutual understanding, the Romanian PS was separated from the IPS and started a continuous functioning interconnected with some of the ex-Yugoslav, Albanian and Greek PS-s, as was the preliminary trial made in October of the last year. By this move, the South-Eastern tip of UCPTE system, by consequence of the hostilities in ex-Yugoslavia, could be removed of its temporaty isolation. This provisional operation reaching nearly one half-year duration, represents an important fact to be reported to this audience. The fact that Bulgaria was not included in this formation does not mean the lack of interest of Bulgaria, the Bulgarian PS needing to remain linked with Ukraine, in order to redress its own power unbalance.

With the above-mentioned suplementary information, covering the period subsequent to the completion of our 37-109 report, all the rest remains perfectly valid.

ANNEXE 2

Resume de seance pour le groupe 37 (planification et evolution des reseaux) extrait:

.....

2. L'interconnexion et l'accroissement de la coopération et de la compétition entre compagnies d'electricite. Les limitations.

Des tests d'exploitation en système autonome des réseaux de la République Tchèque, la Slovaquie, la Pologne et la Hongrie ont été réalisés avec succes.

La Roumanie, l'ex-Yougoslavie, la Grece et l'Albanie ont réalisé des essais similaires. Ces tests montrent que ces réseaux sont en voie de satisfaire aux recommandations UCPTE et pourraient etre connectés dans un proche futur au système UCPTE.

ANNEXE 3

Extraits de:
HENRI PERSOZ - " La marche irrésistibile vers le réseau éléctrique interconnecté paneuropéen - les problèmes d'organization que nous aurons a résoudre".

Rapport presenté à la "European conference on East/West gas and electricity interconnections" - Budapest, 27-28, 10, 1994

.....

De proche en proche, et par le jeu des interêts commerciaux, le système synchrone s'étend donc lui-même irrésistiblement, jusqu'à perte de vue, a moins qu'une mer large ou qu'un vaste désert n'arrête pour un long moment le processus.

Il va de soi que les stations dos-a-dos à courant continu sont en général a éviter, a cause des coûts qui oteraient une trop grande partie de son interet au commerce. Sauf lorsqu'il y a une mer a traverser, ou de grandes distances a parcourir ou des réseaux à relier qui, sur le plan de la fréquence ou du réglage de fréquence, sont vraiment trop disparates.

Ce mouvement irrésistible étant rappellé, quels grands problèmes pose-t-il ?

J'en citerai deux, ceux qui me semblent les plus importants:

a) Le problème d'une éventuelle interconnexion entre l'Europe de l'Ouest (suposée interconnéctée avec l'Europe Centrale) et les pays de la CEI. Le problème

n'est pas tout a fait celui que je viens de décrire. Car, il nc s'agit pas d'un système en extension, mais de deux grands systèmes qui pourraient un jour être synchronisés. Comment procédér dans un pareil cas, jamais rencontré jusqu'a présent dans l'Histoire ?

b) L'organisation technique chargée de coordonner de si vastes ensembles pourra-t-elle suivre le mouvcment ?

2. La necessaire progréssivité de l'extension

Depuis que le problème dit de l'interconnexion Est-Ouest est posé, les compagnies d'éléctricité d'Europe Occidentale insistent sur la nécéssaire progressivite du mouvement. La connexion au réseau de l'UCPTE de chaque pays nécéssite un gros travail international, beaucoup de conferences et de réunions, une adaptation de l'organisation internationale chargée de superviser le bon fonctionnement de l'ensemble, des tests, de l'argent pour mettre les réseaux au niveau technique. Il n'est pas possible de tout faire à la fois. Il est prudent d'avancer "step by step", bien que ceci soit parfois difficile a réaliser.

.....

3. Les problemes d'organisation technique d'un tres vaste ensemble interconnecté

Je me place délibérément ici à une epoque un peu éloignée de nous, où les problèmes susmentionnés seront résolus et ou nous serons en présence d'un très vaste ensemble interconnecté synchrone, dépassant l'Europe, par le Sud et par l'Est. Disons que nous allons raisonner à la limite, pour mieux voir les directions que nous serons sans doute amenés à prendre dans quelques années. *Comment ce système va-t-ill fonctionnner ?* J'apporte ici le fruit de ma réflexion, qui pour l'instant, ets personnelle et n'engage pas le Comité UNIPEDE que je préside.

Première réponse: la coordination technique sera décentralisée: A l'évidence, plus un système électrique est vaste, plus son fonctionnement doit être décentralisé. C'est l'unique manière de parvenir à un fonctionnement correct qui évitera des dispatchings internationaux monstrucux que nous ne saurons pas construire, que nous ne saurons pas gérer, et qui constitueraient pour les continents concernés un point vulnérable beacoup trop dangereux. La plus grande partie de la coordination devra être décentralisée. La coordination du fonctionnement des réseaux de l'Europe de l'Ouest est déjà décentralisée, mais lorsqu'il s'agira d'ensembles notablement plus vastes, il faudra décentraliser davantage.

BIBLIOGRAFIE

[1] IPS - CDO. *Annual Statistical Report for 1992.* Prague, June, 1993.

[2] IPS - CDO. *Communication presented at the UNIPEDE (40 SYST) Study Committee Seminar.*

[3] Mihăileanu, C., Conecini, I. *Rapport 37-109 a la Session CIGRE 1994.*

[4] Mihăilcanu, C. *Description of the present main characteristic features of the ISP-CDO interconnexion (CIGRE Report 37-93 (RO) 4 (E), related to report 37-93 (WG 12) 04 (E), Oct. 1993).*

[5] CIGRE - Groupe d'Action Ad Hoc 37-01 (Chairman: Jack A. Casazza) *Panorama international de la concurrence et de la coordination.* (Rapport CIGRE 37-101, Session 1992, Paris).

[6] Rapport Spécial 37-00 a la Session CIGRE 1994.

[7] Fremuth, W.S. - UCPTE (Austria); Strausz, L. - BAG (Germany); Halzl, J. - MVMRt (Hungary); Karas, P. - Cez (Czechia). Rapport *37-106, CIGRE 1994.*

[8] Twardy, L., Frydrichowscki, R., Dudzik, J., Lipko, K., *Polish Power Grid Company.* Rapport *37-107, CIGRE 1994.*

[9] Persoz, H., *La marche irrésistible vers le réseau éléctrique interconnecté paneuropéen - les problèmes d'organisation que nous aurons à résoudre.* Rapport présenté à la "European Conference on East-West Gas and Electricity Interconnections" - Budapest, 27/28.10.1994.

Referent: dr. ing. Anca Popescu - Institutul de Studii şi Proiectări Energetice - ISPE, Bucureşti

(Primit la 23 martie 1995, acceptat la 21 aprilie 1995)

Vă informăm

Redacţia revistei franceze **Revue Generale de l'Electricité (RGE)** ne face cunoscut că, începând din iunie 1995, în locul titlului acestei prestigioase reviste va apărea un nou titlu: **Revue de l'Electricité et de l'Electronique (REE)**

Această măsură se justifică prin dorinţa de a unifica tematicile privitoare la tehnicile electrice şi electronice sub egida SEE (Societe des Electriciens et des Electroniciens), idee care a primit adeziunea specialiştilor din aceste domenii.

Despre Academia de Ştiinţe din Republica Moldova

Academia de Ştiinţe din Republica Moldova a fost înfiinţată în anul 1961. Instituţia a luat avânt după 1990, devenind în prezent un important for ştiinţific al acestei republici .

Având în fruntea sa un prezidiu compus din 16 persoane condus de un preşedinte, Academia de Ştiinţe din Republica Moldova are 43 membri plini, 45 membri corespondenţi şi 14 membri de onoare şi este organizată în şase secţiuni ştiinţifice, şi anume:

- ştiinţe fizico-matematice,
- ştiinţe biologice şi chimice,
- ştiinţe umaniste,
- ştiinţe tehnice,
- ştiinţe agricole,
- ştiinţe medicale.

În cadrul fiecăreia din aceste secţiuni funcţionează mai multe institute de cercetare ştiinţifică, precum şi unele institute de învăţământ superior. Institutele de cercetare au grupe de lucru şi laboratoare, prin care se realizează programele de studii şi cercetări. La finele anului 1992, institutele academiei aveau 1308 cercetători, din care 138 cu titlul de doctori habilitat şi 767 cu titluri de doctori în ştiinţe [1].

Prin institutele sale, Academia de Ştiinţe publică periodic mai multe buletine de specialitate, colecţii de cărţi şi broşuri cu lucrări având subiecte ştiinţifice, rapoarte şi documente, monografii, recomandări, dicţionare etc.

În cadrul secţiei de ştiinţe fizico-matematice, funcţionează Institutul de Energetică, având în prezent ca director pe dr. ing. Mihai Chiorsac.

Institutul de Energetică are ca obiective principale înscrise în programul său:

- dezvoltarea în perspectivă a sistemului energetic din Republica Moldova;
- optimizarea funcţionării centralelor termoelectrice;
- creşterea eficienţei transportului şi distribuţiei energiei electrice;
- cercetarea şi proiectarea de echipamente pentru automatizarea funcţionării centralelor şi reţelelor electrice;
- elaborarea de modele matematice pentru creşterea eficienţei programelor de exploatare a sistemului energetic.

Creat în 1991, pe structura mai veche a unei secţii de cibernetică şi energetică, Institutul de Energetică a avut o serie de realizări, din care menţionăm:

- linii compacte de 10, 35 şi 110 kV, cu siguranţă mărită în funcţionare şi cu impact ecologic redus;
- sisteme automate de comandă electrică cu convertori de frecvenţă pentru pompe cu motoare electrice;
- programe pe calculator pentru optimizarea funcţionării sistemului energetic;
- sisteme de reglare a tensiunii în reţelele electrice de 10 kV etc.

Institutul de Energetică al Academiei de Ştiinţe din Moldova are un program de colaborare cu Comisia de Energetică din Secţia Tehnică a Academiei Române (CEAR), întocmit în iulie 1993, cu ocazia participării la Congresul al XVIII-lea al Academiei Româno-Americane de Ştiinţe şi Arte, care a avut loc la Chişinău.

Programul cuprinde efectuarea în comun de cercetări şi manifestări ştiinţifice şi este în curs de realizare. În baza acestui program, cercetători ai Institutului de Energetică din Chişinău au participat la sesiunile ştiinţifice ale CEAR din 1993 şi 1994, prezentând comunicări privind problemele energiei din Republica Moldova.

BIBLIOGRAFIE

[1] x x x *Academy of Sciences of Moldova*, Chişinău, *1993*

LIVIU COSTIN RUCĂREANU

CÂRTÂNA GH., GEORGESCU GH., GAVRILAŞ M., BONCIU CL. **Reţele neurale artificiale şi sisteme expert în energetică,** Editura Gh. Asachi, Iaşi, 1994, 200 pagini, ISNB: 973-9178-06-5

În ultimul timp, literatura de specialitate de peste hotare abundă în articole în care aplicaţiile "reţelelor neuronale artificiale" în domeniul energeticii au o pondere importantă. După cum rezultă din lucrările publicate, există realizări efective în activităţile de conducere-control-reglaj, planificare, monitorizare, diagnoză şi analiză.

Reţelele neuronale nu sunt anteprogramate ci sunt "instruite". Cu alte cuvinte, omul nu trebuie să explice şi să modeleze problema în prealabil, în dialogul cu reţeaua neuronală. Avantajul unei asemenea proceduri este faptul că reţeaua neuronală poate să "vadă" singură şi chiar să modeleze problema cu date multidimensionale, pe care omul ar putea să nu fie capabil fiziologic să le recunoască datorită punctului de vedere restrâns (de obiciei tridimensional) asupra lumii fizice. De aceea, reţelele neuronale pot fi mult mai eficiente în luarea deciziilor printr-o abilitate în prelucrarea unor relaţii neliniare, complexe, printr-un răspuns rapid şi printr-o adaptabilitate remarcabilă.

Desigur, există şi unele imperfecţiuni împotriva cărora specialiştii acţionează în continuare ca, de exemplu, în: probleme de sensibilitate, de lipsă de acurateţe în operaţiile matematice de bază etc. De asemenea, performanţele reţelelor neuronale depind în mare măsură de topologie şi de modul de instruire.

Pe de altă parte, se discută mult şi despre "sistemele expert"; spre deosebire de sistemele neuronale, acestea reprezintă un set de programe de calcul care, folosind o bază de cunoştinţe (şi de date), precum şi o serie de reguli de inferenţă, permite rezolvarea unor probleme dificile. Baza de cunoştinţe şi regulile de inferenţă sunt modele ale experienţei celor mai buni specialişti practicieni, care în mare măsură se bazează în concluziile lor pe raţionamente inductive.

Lucrarea pe care o prezentăm este structurată pe două părţi şi opt capitole.

Partea întâi este consacrată reţelelor neuronale artificiale (RNA) şi cuprinde următoarele capitole: 1. **RNA,** 2. **Memorii asociative,** 3. **Reţele Kohonen,** 4. **Simulatoare neuronale,** 5. **Aplicaţiile RNA în energetică**. În aceste capitole, tematica este prezentată gradat: istoric, concepte, modele formale, algoritmi de antrenare, aplicaţii concrete

Se încearcă dezvoltarea ideilor în scopul înţelegerii principiilor care stau la baza funcţionării creierului uman şi a aplicării lor în sistemele de inteligenţă artificială (IA).

De altfel, ideea de a căuta în structura creierului uman o sursă de inspiraţie pentru concepţia sistemelor de procesare a informaţiilor este mai veche (1943-W. McCulloch şi S. Pitts). După o serie de oscilaţii între entuziasm (1958 - F. Rosenblat) şi scepticism (1969-M. Minisky, S. Papert), asistăm astăzi la o adevărată explozie a aplicaţiilor RNA. Aceasta ultimă tendinţa îşi are cauzele în cele două contribuţii semnificative:

- realizarea unor memorii asociative folosite în RNA;
- introducerea unor metode de învăţare de tip retropropagare.

Este un merit al autorilor că lucrarea tratează

metodic şi în detaliu aspectele practice privind RNA (selectarea seturilor de date pentru antrenare, scalarea variabilelor, alegerea parametrilor RNA etc.) şi prezintă demonstrarea şi etapele algoritmilor de învăţare. În **cap.5** se face o succintă prezentare a celor mai importante aplicaţii ale RNA în energetică:

- prognoza puterii şi energiei consumate;
- propagarea armonicilor în reţelele electrice;
- rezolvarea unor probleme de optimizare;
- defectoscopia echipamentelor energetice.

Partea a doua se ocupă cu Sistemele Expert (SE) şi conţine trei capitole: 6 **SE, 7. Conducerea operativă a instalaţiilor energetice cu SE,** 8. **Optimizarea conducerii sistemelor energetice cu ajutorul metodelor hibrid SE. Programare matematică.**

Abordarea prin SE se bazează pe formalizarea, reprezentarea şi procesarea cunoştinţelor. Această parte începe cu definirea unor concepte de bază. Se tratează formalismele de reprezentare a cunoştinţelor (reguli de producţie, reţele semantice, forme), metode de inferenţă, ilustrarea sistemelor expert bazate pe reguli de producţie etc.

Ultimile două capitole ale cărţii sunt consacrate unor aspecte concrete de conducere operativă în exploatarea instalaţiilor şi sistemelor energetice (a staţiilor electrice, reţelelor electrice şi centralelor nucleare, respectiv optimizării unor regimuri, reglajul VQ în regim de avarie, controlul suprasarcinilor, planificarea mentenanţei).

Expunerea şi tratarea subiectelor este clară, cu suficiente argumente. Prezentarea şi sugerarea unui mare număr de aplicaţii înlesneşte înţelegerea şi uşurează abordarea subiectelor respective.

Deşi acest domeniu este relativ nou în ţara noastră, autorii reuşesc, chiar dacă în principal prin consultarea unei vaste bibliografii, dar, după câte ştim, şi pe baza propriilor cercetări, să prezinte riguros şi sistematic bazele teoretice, realizările şi perspectivele aplicaţiilor RNA şi SE în energetică.

P.S. La redacţie s-a mai primit o recenzie asupra aceleiaşi lucrări, semnată de domnii Romulus Sfichi şi Alexandru Miron de la FRE Suceava.

dr. ing. EUGENIU PAVEL

PAVEL, E., Elemente de analiză modală, EDITURA TEHNICĂ, BUCUREŞTI, 1994, 231p, 134 ref. bibl.

În domeniul energetic, dar şi în alte domenii tehnice, există concepte şi procese ce par disparate, insuficient corelate. Astfel, la o primă analiză, s-ar părea că funcţionarea unui sistem format din mai multe maşini electrice nu are decât o corespondenţă relativ redusă cu problema vibraţiei conductoarelor sau cu studiul structurilor constructive în condiţii de oscilaţii. Recurgerea la analiza modală permite soluţionarea globală a acestor probleme; avantajul folosirii acestei metode constă în generalizarea unor soluţii, cu aplicabilitate în toate cazurile similare. În acest mod creativitatea tehnică şi ştiinţifică, în acest domeniu al oscilaţiilor, capătă noi posibilităţi, mai generale, dar totodată mai exacte, deoarece generalizarea constitie, de fapt, o mai mare adecvare la adevăr.

Sarcina de a încerca să se cuprindă într-un sistem unitar şi coerent multitudinea aspectelor privind oscilaţiile ce apar în domeniul energetic nu este deloc uşoară. Iată de ce consider că realizarea acestui obiectiv reprezintă una din meritele de bază ale autorului acestei lucrări, dr.ing. Eugeniu Pavel. Totodată, trebuie să

subliniez atât rigoarea ştiinţifică a lucrării, cât şi caracterul ei practic, aplicativ, lucrarea adresându-se, în primul rând, inginerilor şi nu unui cerc restrâns de specialişti, cu structură teoretică. Astfel, păstrându-se corectitudinea deosebită a formulării şi prezentării aspectelor teoretice, se dau, de fiecare dată, aplicaţii referitoare la problema analizată.

Trebuie, de asemenea, subliniată corectitudinea în utilizarea unei terminologii corespunzătoare, ceea ce este cu atât mai important cu cât această lucrare se referă la unele domenii tehnice cu interferenţe, în care nu întotdeauna există un singur mod de utilizare a unor noţiuni.

Fără a face o prezentare mai lungă a domeniilor abordate, menţionez capitolele de bază ale lucrării: sisteme monovariabile (1), sisteme multivariabile (2), spaţiul stărilor (3), exemplificări aplicative (4). Am ţinut să specific denumirea capitolelor deoarece ele reflectă structura organizată, sistemică a cărţii.

În încheiere, îl felicit pe dr.ing. Eugeniu Pavel pentru îndrăzneala, dar şi reuşita în abordarea unei tematici complexe şi importante, ceea ce atestă o cunoaştere teoretică şi practică riguroasă a domeniilor prezentate. Totodată, recomand această lucrare tuturor inginerilor electroenergeticieni, dar şi celorlalţi specialişti din domeniul mai larg al energeticii (termo-hidro-energetica etc.), deoarece consultarea ei le va fi de real folos.

De asemenea, trebuie să subliniez modul de editare deosebit de îngrijit al Editurii Tehnice.

Prof.dr.ing. GLEB DRĂGAN,
membru
corespondent al Academiei Române

Informaţii

În zilele de 21-23 septembrie 1994 s-au desfăşurat la Suceava lucrările comasate ale Simpozionului Naţional al Reţelelor Electrice (ed. a VII-a) şi ale celei de-a X-a Sesiuni de comunicări tehnico-ştiinţifice ale FRE Suceava.

Am primit la redacţie o amplă cronică a acestei manifestări, semnată de dl. ing. Romulus Sfichi de la FRE Suceava. Din cauza lipsei de spaţiu grafic nu putem prezenta cronica in extenso. Dar, ţinând seama că lucrările acestei maifestări au fost tipărite în volum, cititorii interesaţi le pot consulta la biblioteca unităţilor RENEL şi la redacţia noastră.

SOMMAIRE

VIRGIL MUŞATESCU, EUGENIU PAVEL : Editorial 103-104
K. BRENDOW : Foreign Direct Investment in Energy/Electricity Projects in the Economies in Transition 105-110
FRANCOIS JONQUIERES: Concurrence et réglementation dans les industries de réseau en Europe. Du cas général a celui de l'électricité 111-115
EUGENIU PAVEL, COSTIN RUCĂREANU: Monopole et compétition dans l'industrie de l'énergie électriquc 116-122
JEAN CONSTANTINESCU, VIOREL NEAGU : L'acces des tiers au réseau dans les conditions du systeme énergétique de la Roumanie 123-129
DUMITRU MANEA, GHEORGHE INDRE : La compagnie d'électricité entre le monopole et la concurrence 130-137
N.G. KETTING : Competition in Generation 138-140
MARK VELODY: Would the UK restructuring and privatisation model work in the Romanian electricity sector! 141-148
CĂLIN MIHĂILEANU, ION CONECINI: Considerations concernant un aspect particulier de concurrence dans l'industrie electrique entre pays d'Europe de l'Est 149-154
DE INSTITUTIONIS
LIVIU COSTIN RUCĂREANU: L'Académie des Sciences de la République de Moldavie 155
COMPTES RENDUS
EUGENIU PAVEL: GH. CÂRTÂNĂ, GH. GEORGESCU, M. GAVRILAŞ, C. BONCIU: Les réseaux neuronaux artificiels et les systemes experts dans l'énergie 156-157
GLEB DRĂGAN : E. PAVEL: Eléments d'analyse modale 157-158
MANIFESTATIONS TECHNIQUES SCIENTIFIQUES
Le Symposium national des réseaux électriques (VIIe édition) et la Xe Session de communications techniques scientifiques de FRE Succava 158

СОДЕРЖАНИЕ

ВИРДЖИЛ МУШАТЕСКУ, ЕУДЖЕНЮ ПАВЕЛ: Редакционная статья 103-104
КЛАУС БРЕНДОВ: Foreign Direct Investment in Energy/Electricity Projects in the Economies in Transition 105-110
ФРАНСОА ЖОНКИЕРС: Concurrence et réglementation dans les industries de réseau en Europe. Du cas général a celui de l'électricité 111-115
ПАВЕЛ ЕУДЖЕНЮ, КОСТИН РУКЭРЕАНУ: Монополия и соревнование в электроэнергетической промышленности 116-122
ЖАН КОНСТАНТИНЕСКУ, ВИОРЕЛ НЕАГУ: Доступ третьих к сети электропередачи в условиях энергетической системы Румынии 123-129
ДУМИТРУ МАНЕА, ГЕОРГЕ ИНДРЕ: Компаия по производству и распределению электричества между монополией и конкуренцией 130-137
Н. Г. КЕТИНГ: Competition in Generation 138-140
МАРК ВЕЛОДИ: Would the UK restructuring and privatisation model work in the Romanian electricity sector! 141-148
КЭЛИН МИХЭИЛЕАНУ, ИОН КОНЕЧИНИ: Considerations concernant un aspect particulier de concurrence dans l'industrie electrique entre pays d'Europe de l'Est 149-154
DE INSTITUTIONIS
ЛИВЮ КОСТИН РУКЭРЕАНУ: Об Академии Наук Республики Молдова 155
РЕЦЕНЗИИ
ЕУДЖЕНЮ ПАВЕЛ: Г.Кыртынэ, Г. Джеорджеску, М. Гаврилаш, К.Бончу: "Искусственные нейронные сети и экспертные системы в энергетике" 156-157
ГЛЕб ДРЭГАН: Еудженю Павел: "Элементы модального анализа" 157-158
ИНФОРМАЦИЯ
IX-й Национальный симпоэиум электрический сетей и X-я Сессия научно-технических работ, филиал Электрических Сетей Сучеава 158

INHALT

VIRGIL MUŞATESCU, EUGENIU PAVEL : Literartikel 103-104
KLAUS BRENDOW: Foreign Direct Investments in Energy/Electricity Projects in the Economies in Transition 105-110
FRANCOIS JONQUIERES : Concurrence et reglementation dans les industries de reseau en Europe. Du cas general a celui de l'electricite. 111-115
EUGENIU PAVEL, COSTIN RUCĂREANU: Monopol und Wettbewerb in der Elektrizitätsindustrie 116-122
JEAN CONSTANTINESCU, VIOREL NEAGU: Der Zugang Dritter zum Netz unter den Bedingungen des Energieverbundsystems Rumäniens 123-129
DUMITRU MANEA, GHEORGHE INDRE: Die Elektrizitätsgesellschaft zwischen Monopol und Wettbewerb 130-137
N.G. KETTING : Competition in Generation 138-140
MARK VELODY : Would the UK restructuring and privatisation model work in the Romanian electricity sector! 141-148
CĂLIN MIHĂILEANU, ION CONECINI: Considerations concernant un aspect particulier de concurrence dans l'industrie electrique entre pays d'Europe de l'Est 149-154

DE INSTITUTIONIS
LIVIU COSTIN RUCĂREANU: Uber die Akademie der Wissenschaften der Republik Moldau 155
REZENSIONEN
EUGENIU PAVEL : Gh. Cârtână, Gh. Georgescu. M. Gavrilaş. Cl. Bonciu: Künstliche Neuronale Netze und Expertensysteme in der Energietechnik 156-157
GLEB DRĂGAN: Eugeniu Pavel : Elemente der Modalanalyse 157-158
NACHRICHTEN
Das Nationale Symposium für Elektrische Netze (VII. Ausg) und die X. Wissenschaftlich-technische Tagung in der Filiale für Elektrische Netze Suceava 158

CONTENTS

VIRGIL MUŞATESCU; EUGENIU PAVEL, Editorial 103-104
KLAUS BRENDOW: Foreign Direct Investments in Energy/Electricity Projects in the Economies in Transition 105-110
FRANCOIS JONQUIERES: Concurrence et réglementation dans les industries de reseaux en Europe. Du cas général a celui de l'electricite 111-115
EUGENIU PAVEL, COSTIN RUCĂREANU: Monopoly and Competition in the Electroenergy industry 116-122
JEAN CONSTANTINESCU, VIOREL NEAGU: Tertiares access to the network under the Romanian Energy System 123-129
DUMITRU MANEA, GHEORGHE INDRE : Utility between Monopoly and Competition 130-137
N.G. KETTING : Competition in Generation 138-140
MARK VELODY: Would the UK restructuring and privatisation model work in the Romanian electricity sector! 141-148
CĂLIN MIHĂILEANU, ION CONECINI: Considerations concernant un aspect particulier de concurrence dans l'industrie electrique entre pays d'Europe de l'Est 149-154
DE INSTITUTIONES
LIVIU COSTIN RUCĂREANU: On the Academy of Sciences of the Republic of Moldavia 155
REVIEWS
EUGENIU PAVEL: Gh. Georgescu, M. Gavrilaş, Cl. Bonciu: Artificial Neuronal Networks and Expert Systems in Energetics 156-157
GLEB DRĂGAN : Eugeniu Pavel: Modal Analysis Elements 157-158
CASSETTES
National Symposium on Electric Networks VIIth Edition and the 10 th Session of Technical and Scientific Events at FRE Suceava 158

INFORMÁCIÓS KÖNYVTÁR 1863 ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖZPONT ÉS

Înființată în 1972 sub denumirea Electroexportimport

ELECTRA TRADING S.A.

export-import

București, Calea Victoriei nr. 216 Telex: 11388
Tel.: 650.26.16 - 659.58.19; Fax: 312.97.06 - 312.47.78

Specializată în export și import de mărfuri generale: motoare electrice, cabluri și conductori electrici, transformatoare de putere, aparataj de joasă, medie și înaltă tensiune, echipamente de sudură, grupuri electrogene și generatoare electrice, tehnică hidropneumatică, optică, echipamente de multiplicat prin fotocopiere, aparatură și instrumentar medical, motorete-biciclete, televizoare, casetofoane, aparate video, combine muzicale etc.

Specialized in exportation of general goods: electric motors, electric cables and conductors, power transformers, low, medium and high voltage equipment, welding equipment, generator sets and electric generators, fluid power products, optical equipment, photocopying equipment, medical equipments and instruments, motorcycles and bicycles, TV sets, cassette-recorders, home-use, video sets, HI-FI systems, etc.

● ÎN ATENȚIA AUTORILOR DE LUCRĂRI PENTRU REVISTA «ENERGETICA»

– Extras din Regulamentul de funcționare* a revistei «ENERGETICA» –

Art. 27. Redacția este angajată într-o relație cu autorul (autorii) unei lucrări, din momentul depunerii și înregistrării acesteia. Din același moment, se consideră implicit că autorul (autorii) este (sunt) de acord cu prevederile Regulamentului de funcționare a revistei, precum și cu alte norme aprobate de Colegiul de redacție sau de Biroul de redacție. Redacția revistei analizează, cu ajutorul specialiștilor colegiului, conținutul lucrării și decide, prin aprobarea redactorului-șef, fie publicarea în revistă, fie înapoierea acesteia pentru refacere, fie neacceptarea publicării acesteia. Lucrarea se prezintă în două exemplare, din care unul se păstrează ca martor în redacție, iar al doilea circulă pentru recenzare, pentru eventuale modificări etc.

Martorul se păstrează în redacție doi ani de la publicare, după care se distruge sau se înapoiază autorilor la cererea lor.

---

* Autorii de lucrări sunt rugați să consulte forma integrală a Regulamentului de funcționare a revistei noastre, în care sunt cuprinse și alte prevederi importante.

ROMANIA
RENEL
Romanian Electricity Authority

ICEMENERG
ENERGY RESEARCH AND
MODERNISING INSTITUTE
8, Energeticienilor Blvd.
79619 Bucharest 3 - Romania
fax: (401) 321 10 10; phone: (401) 321 32 41
email: srcti @cci.vsat.ro

For over 35 years of experience ICEMENERG - RENEL turned to be the Romanian leader in all energy services

* ***R&D and demonstration projects***
* ***Nation-wide energy and environmental issues***
* ***Certifying and testing of industrial equipment and appliances***

ICEMENERG is your credible partner in:

* *energy policies and forecasts*
* *energy related environmental issues*
* *clean energy technologies*
* *quality engineering and surveillance*
* *complete knowledge of RENEL endowment and needs*
* *a large spectrum of engineering and consulting services, audits, inspections and studies*
* *a wide range of specific equipment and components for power applications*

The works carried out in Romania and abroad consolidated the prestige of ICEMENERG

RENEL

* *refitting works with own expertise and technologies*
* *maintenance technologies and materials*
* *a wide range of tests and measurements*
* *comissioning of power plants and substations*

OTHER DOMESTIC CLIENTS

* *capitalisation of renewables*
* *DSM projects*

FOREIGN CLIENTS

* *consultancy and engineering*
* *hydrometry systems*
* *warranty and commissioning tests*
* *operation tests and measurements (thermovision)*
* *generator excitation systems - manufacturing and expertise*
* *turbine control systems*
* *noise dampers*

4 ENERGETICA

SERIA B

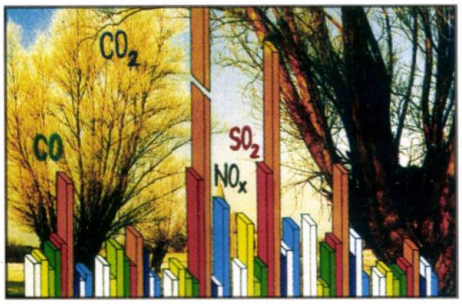
E 2039/A

ICEMENERG

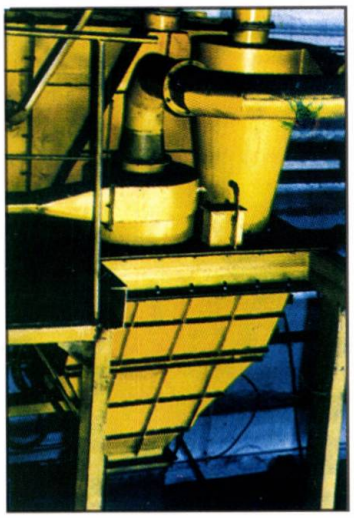
IULIE - AUGUST 1995

35 DE ANI DE CERCETARE ROMÂNEASCĂ ÎN DOMENIUL ENERGIEI

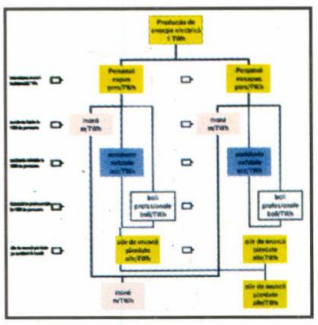
METODOLOGIE DE EVALUARE A IMPACTULUI TERMOCENTRALELOR RENEL ASUPRA MEDIULUI



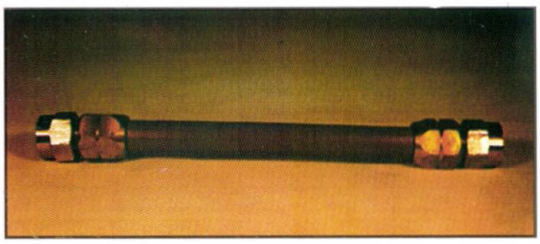
INSTALAȚIE DE ASPIRARE PENTRU PRAFUL DE CĂRBUNE DIN GOSPODĂRIILE DE COMBUSTIBIL



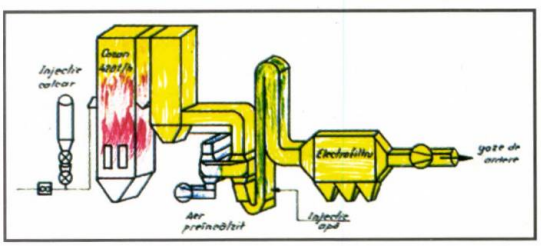
METODOLOGIE DE EVALUARE A RISCULUI UMAN PENTRU O TERMOCENTRALĂ



RACORDURI ELASTICE PENTRU HIDROGENERATOARE

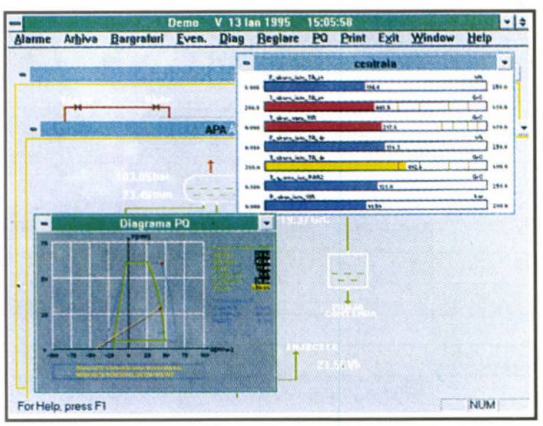


TEHNOLOGIA DE DESULFURARE A GAZELOR ARSE PENTRU INSTALAȚIILE RENEL

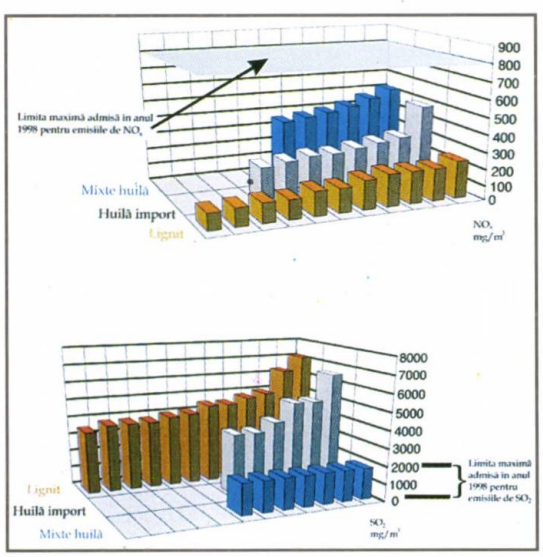


INSTALAȚIE DE DESPRĂFUIRE PENTRU ZONELE DE DEVERSARE DIN GOSPODĂRIILE DE CĂRBUNE

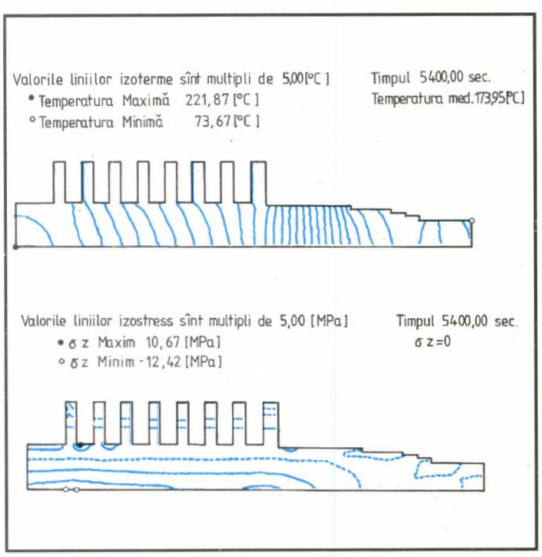
SISTEM DISTRIBUIT PENTRU CONDUCEREA GRUPURILOR ENERGETICE - DOMENII DE UTILIZARE ȘI APLICAȚII



TEHNICI MODERNE DE EVALUARE A COMPORTĂRII CĂRBUNILOR ÎN PROCESELE DE ARDERE



METODA "ON LINE" DE DETERMINARE A DURATEI DE VIAȚĂ A ECHIPAMENTELOR DIN CNE



c) sinteze bibliografice pe teme importante si actuale
d) scurte note informative privind realizari in tara si strainatate
e) prezentarea unor companii/firme din strainatate
f) alte informatii (precizati ce)

Va rugam a ierarhiza aceste variante.

V. Considerati ca nivelul tehnic si stiintific al revistei este suficient pentru informarea specialistilor si pentru deschiderea unor noi orizonturi in sectorul energiei din Romania?
a) da
b) nu
c) partial

VII. In cazul in care sunteti abonat sunteti satisfacut de modul de difuzare a revistei? Ati primit revista in mod periodic, la termenele corespunzatoare?
a) da
b) nu
c) partial

VIII. Ce propuneri aveti pentru cresterea numarului de cititori si a impactului revistei in randurile specialistilor?

Va rugam sa marcati raspunsul dvs. la toate intrebarile. Ne-ar fi de mare folos sa primim observatiile si sugestiile dvs. separat in anexa.

Va rugam sa transmiteti pana la data de 16 octombrie 1995 chestionarul completat la redactia revistei Energetica la ICEMENERG, bd. Energeticienilor nr.8, sector 3,Bucuresti.

I.Cititi revista "Energetica"?
- a) da
- b) nu
- c) ocazional

II.Cititi alte reviste de specialitate publicate in tara?
- a) da
- b) nu
- c) ocazional

III.In ultima perioada Colegiul de redactie s-a orientat pe editarea in special de numere tematice.

1.Considerati ca aceasta orientare este conforma interesului dvs.?
- a) da
- b) nu
- c) partial

2.Considerati ca temele numerelor au fost bine alese?

revista energetica

SONDAJ DE OPINIE

Revista ENERGETICA este recunoscuta ca publicatie de specialitate a tuturor energeticienilor din Romania.

Colectivul de redactie s-a straduit ca, prin continutul revistei, prin modul de selectarea a articolelor si prin forma de prezentare, sa asigure un nivel tehnico-stiintific ridicat, competitiv cu cele mai prestigioase reviste tehnico-stiintifice din tara sau reviste de profil similar din strainatate.

Colegiul de redactie doreste sa satisfaca in cat mai mare masura exigentele specialistilor energeticieni din Romania, cititori reali sau potentiali ai revistei.

Pentru a cunoaste cat mai bine dorintele si exigentele acestora, Colegiul de redactie a hotarat efectuarea unui sondaj de

Atragem atenţia cititorilor că pe data de 11 septembrie a.c., va avea loc la sediul ICEMENERG, lansarea cărţii "Rebuilding Romania. Energy, Efficiency and the Economic Transition" autor Walt Patterson, recenzată în acest număr.

Organizatorii au plăcerea de a vă invita la acest eveniment editorial de larg interes.

-revista urmareste informarea specialistilor asupra problemelor majore ale energeticii romanesti si mondiale precum si promovarea creatiei tehnico-stiintifice in domeniu

-revista apare in doua serii:
  -seria A care trateaza in special probleme de centrale electrice precum si de producere, transport si utilizare a caldurii
  -seria B care trateaza in special probleme de retele si statii electrice precum si de tehnologii de utilizare a energiei electrice

-selectarea articolelor publicate reprezinta rezultatul unor analize de grup sau mese rotunde tematice la care participa autorii, referentii si alti specialisti de competenta recunoscuta in domeniu.

ICEMENERG

Bd. Energeticienilor 8 sector 3 - Bucureşti - 79619 - ROMÂNIA.

Tel. (401)322.0692, (401)321.6966 Int.251, Fax (401)21.10.10 Telex. 10.783 Iccer

3.Ce teme v-ar interesa pentru viitor?

a).....

b).....

c).....

(Daca spatiul acesta nu este suficient sunteti rugat sa prezentati titlurile propuse intr-o anexa).

IV.Colegiul de redactie este preocupat de realizarea unui raport corespunzator intre articolele cu caracter original si materialele informative.

1.Considerati ca s-a reusit realizarea acestui lucru?

a) da

b) nu

c) partial

2.Ce categorie de materiale informative doriti sa gasiti in revista?

a) cronici ale unor manifestari stiintifice interne

b) cronici ale unor manifestari stiintifice internationale

Data.....

Unitatea.....

Adresa.....

E 2039/9

ENERGETICA

REVISTA DE SPECIALITATE
A ENERGETICIENILOR
DIN ROMÂNIA

ANUL 43 | Nr. 4, SERIA B | IULIE - AUGUST 1995

ISSN 1220 - 5141

Tehnologii eficiente şi curate
35 de ani de cercetare

Revista ENERGETICA a fost înfiinţată în anul 1953, continuînd tradiţia vechilor publicaţii inginereşti care au avut preocupări în domeniul energiei ca, de exemplu:
- Diaru pentru vulgarizarea ştiinţelor naturale şi fizice (1870 - 1882);
- Buletinul Societăţii Politehnice (1887 - 1944);
- Buletinul Asociaţiei Generale a Inginerilor din România - AGIR (1919 - 1946);
- ENERGIA, editată de ing. Dumitru Leonida (1921);
- Buletinul Asociaţiei Producătorilor şi Distribuitorilor de Energie Electrică - APDE (1932 - 1944);
- Buletinul Institutului Român de Energie - IRE (1933 - 1944)

Opiniile exprimate în articolele publicate în revista ENERGETICA aparţin autorilor acestora.

Orice reproducere integrală sau parţială, prin indiferent ce procedeu, a materialelor apărute în revista ENERGETICA poate fi făcută numai cu aprobarea biroului de redacţie. Sînt autorizate numai citările destinate lucrărilor ştiinţifice şi volumelor în care acestea sînt inserate .

Revista apare alternativ în două serii :
- seria A, care tratează probleme de surse de energie, conversie de energie, poluare a mediului înconjurător, utilizare a căldurii etc.;
- seria B, care tratează probleme electrice, inclusiv ale centralelor electrice, staţiilor electrice, ale liniilor de transport şi distribuţie a energiei electrice , sisteme electroenergetice etc.
Fiecare serie are 6 numere pe an .

CUPRINS

EDITORIAL 163 - 164

HANJIN MIAO, JAW - SHYANG WU, CHEN - CHING LIU: Intelligent System Methodologies for Alarm Processing, Fault Diagnosis and System Restoration 165 - 174

JEAN CONSTANTINESCU , CORNEL ALDEA : Sistem operaţional pentru supravegherea în timp real a siguranţei regimului SEN 175 - 180

CĂLIN MIHĂILEANU, VIOREL NEAGU, CRISTIAN SCARLAT: Utilizarea tehnicilor FACTS pentru îmbunătăţirea performanţelor sistemelor electroenergetice 181 - 184

EUGEN CORBAN, MIRELA SMĂRĂNDESCU: Particularităţi în managementul sistemului calităţii în activitatea de producere, transport şi distribuţie a energiei electrice 185 - 188

DUMITRU NICOLAE, ALICE MIHĂILESCU: Utilizarea tehnologiilor cu microunde pentru procese de uscare industriale 189 - 193

VIRGIL DUMBRAVĂ, THEODOR MICLESCU, GABRIEL BAZACLIU: Determinarea schemei debuclate de funcţionare pentru reţelele electrice urbane de distribuţie 194 - 201

RECENZII

EUGENIU PAVEL: Patterson Walt "Rebuilding Romania. Energy Efficiency and the Economic Transition" 202 - 205

HORAŢIU ZĂRNESCU: D. Sarchiz "Optimizări în electroenergetică" 206 - 207

MANIFESTĂRI TEHNICO-ŞTIINŢIFICE

GLEB DRĂGAN: Simpozionul "Reţele electrice de foarte înaltă tensiune", Sibiu, 31 mai - 2 iunie 1995 193

Our review publishes ADVERTISMENTS for your PRODUCTS, TECHNOLOGIES, SERVICES, etc.

Please, contact us at the address:
Revista ENERGETICA
ICEMENERG, B-dul Energeticienilor nr.8,
Bucureşti III, RO 79619
Phone : (401)322 06 92 ; (401)321 69 66/251
Fax: (401)321 10 10
Telex: 10783

COLEGIUL DE REDACŢIE

BIROUL: dr . ing. Eugeniu PAVEL - preşedinte, redactor-şef; dr. ing. Jean CONSTANTINESCU - redactor-şef adjunct; prof. dr. ing. Dumitru Cezar IONESCU - redactor-şef adjunct; ing. Vasile RUGINĂ - secretar de redacţie; ing. Radu OPINCARU - reprezentant RENEL; ing. Ion CONECINI; ing. VLADIMIR CONSTANTINESCU; prof. dr. ing. Virgil MUŞATESCU ; ing. Dan GHEORGHIU; ing. Nicolae NICULESCU; ing. Mihai NICOLAU - reprezentant ICEMENERG; dr. ing. Ioan GANEA

MEMBRI: conf. dr. ing. Florin ALEXE; ing. Ovidiu APOSTOL; prof. dr. ing. Victor ATHANASOVICI; conf. dr. ing. Adrian BADEA ; prof. dr. ing. Cornel BIANCHI; ing. Paul CARTIANU; ing. Mircea CÂRDU; prof. dr. ing. Dorin CRISTESCU; prof. dr. ing. Nicolae DĂNILĂ; dr. ing.Laurenţiu GOIA; prof dr. ing. Nicolae GOLOVANOV ; prof. dr. ing. Dumitru IVAS; prof. dr. ing Aureliu LECA; dr. ing. Gheorghe LUCA; dr. ing. Magdalena MATEI; ing. Cornel MOŢIU; prof. dr. ing. Costin MOŢOIU ; prof. dr. ing. Constantin NEAGA; prof. ing. Mircea NEMEŞ; conf. dr. ing. Valeriu NISTREANU; ing. Cornel PÂSLARU; prof. dr. ing. Alexandru POEATĂ; dr. ing. Marius POMÂRLEANU; prof. dr. ing. Florin POP; dr. ing. Teodor POPA; dr. ing. Anca POPESCU; ing. Miron POPESCU; conf. dr. ing. Petre POSTOLACHE; dr. ing. Dan Ion PREDOIU; ing. Radu REGMAN; ing. Gabriel ROMAŞCU; ing. Anton ROŞU ; ing. Margarios SALGIAN; ing. Alexandru SĂNDULESCU; ing. Emilian SIMIAN; ing. Cristian TOTOLO; ing. Anton VLĂDESCU

Redactor : Ana Maria CHIVU

Tiparul executat la ICEMENERG

Redacţia şi administraţia: ICEMENERG, B-dul Energeticienilor nr.8, sector 3, CP 79619, Bucureşti
Telefon: (401)322 06 92; (401)321 69 66/251; Telex : 10783; Fax: (401)321 10 10

LA ÎMPLINIREA A 35 DE ANI DE ACTIVITATE A SPECIALIŞTILOR DIN CERCETARE

Împlinirea unui număr rotund de ani pentru cercetarea specifică din domeniul industriei energiei ne dă prilejul să meditäm asupra rolului şi scopului acestui gen mai aparte de activitate.

În trecut, se sublinia afirmaţia definitorie că "cercetarea este o forţă de producţie". Cred că această aserţiune a rămas în urmă prin limitarea ei la un singur aspect al preocupărilor.

În fapt, în contemporaneitate, cercetarea trebuie să devină, şi în parte a devenit, o activitate complexă, multilaterală, care are multe incidenţe şi interferenţe cu multiple aspecte ale celorlalte activităţi umane.

Dacă, de exemplu, în domeniul industriei energiei până acum cercetarea a fost folosită ca "forţă de producţie", pentru realizarea efectivă a celor mai eficiente şi competitive instalaţii şi tehnologii, în prezent trebuie să se implice în sferele de activitate colaterală. În primul rând este vorba despre protecţia mediului ambiant, asupra căreia cercetarea specifică poate avea o influenţă în folosul speciei umane.

Sunt şi alte multe domenii sociale, economice etc. cu care sectorul energiei se intersectează şi în care cercetarea are de aprofundat multe laturi.

Cercetarea trebuie să devină strategul multilateral al domeniului pe care îl serveşte şi prin aceasta rolul şi importanţa ei devin covârşitoare.

Societatea modernă are de rezolvat probleme deosebit de complexe, de diferite naturi, între care prioritare sunt problemele energiei, ale mediului, ale alimentaţiei, ale necesarului de apă.

Problemele energiei se găsesc pe primul plan deoarece acestea fac în prezent parte integrată din însăşi activitatea nu numai a indivizilor, ci şi a colectivităţii în ansamblu.

Apariţia explozivă în secolul trecut a invenţiilor din domeniul conversiei, în sens general, a energiei a dus la o mutaţie de proporţii nebănuite atunci, în tehnologiile care au fost aplicate şi care s-au dezvoltat rapid în întreaga activitate a omenirii. Astfel, dacă la mijlocul secolului trecut peste 85 % din energiile folosite erau nepoluante provenind de la animale, oameni şi de la soare (în special prin intermediul mişcării aerului, al căderilor de apă şi al bioenergiei), în prezent energiile utilizate sunt obţinute în proporţie de peste 80 % prin conversia energiei conţinute în combustibil fosil.

La aceasta se adaugă faptul că, din punct de vedere cantitativ, omenirea consumă în prezent o cantitate anuală de energie care, faţă de mijlocul secolului trecut, este de peste 1000 ori mai mare.

Chiar numai aceste mutaţii arată amploarea pe care problema energiei în lume a luat-o în prezent.

În ultimii 50 de ani, problematica energiei a căpătat un nou impuls, prin apariţia noii forme: energia nucleară. Folosirea acestei forme de energie în scopuri paşnice a multiplicat şi diversificat activitatea de cercetare în domeniu. În ultimele decenii, dezvoltarea cercetării se face exploziv şi la dimensiuni gigantice. Cercetările privind "combustibilul" nuclear, protecţia împotriva iradierilor, tratarea deşeurilor, materialele utilizate în centrale nucleare etc. au devenit din ce în ce mai complexe, iar specialitatea energeticianului implicat depăşeşte cu mult pe cea "clasică".

Apar importante subdiviziuni ale profesiunii de energetician.

Avem nevoie de specialişti "de adâncime", cu cunoştinţe foarte aprofundate în domenii foarte restrânse, dar şi de specialişti cu orizont larg, care să poată face corelările amănuntelor într-un ansamblu coerent şi bine dirijat.

Foarte recent, informatica produce noi idei şi soluţii pentru "automatizare" şi "umanoidizarea" instalaţiilor din industrie. Energeticienii au preluat cu mare receptivitate aceste idei şi au început să le aplice, la început mai timid, apoi cu mai mult curaj. Rezultatul "informatizării" instalaţiilor energetice are efecte economice incontestabile prin creşterea productivităţii muncii, prin reducerea investiţiilor specifice (reducerea construcţiilor a aparatajului complicat etc.), prin creşterea fiabilităţii.

Activitatea de cercetare se amplifică în continuare. De exemplu, numărul de cercetători bine pregătiţi în informatică trebuie să crească, pentru a face faţă introducerii soft-ului şi hard-ului în schemele energetice de comandă şi control.

Intervenţiile şi reparaţiile nu se vor putea face decât prin personal foarte calificat. Rezultă clar necesitatea recalificării pe orizontală şi pe verticală a persoanelor care lucrează în exploatare.

Dacă adăugăm la acestea şi noile tehnologii privind procesele şi materialele folosite în energetică avem un tablou incomplet al ponderii pe care cercetarea o capătă în viitorul apropiat. Motto-ul sesiunii aniversare a Institutului de Cercetări şi Modernizări Energetice - ICEMENERG a fost: **Tehnologii curate şi eficiente în industria energiei**. Această sintagmă reflectă sintetic drumul actual al cercetării, reorientarea acesteia către problemele foarte acute, a căror rezolvare în timp, prefigurează pentru viitor o viaţă normală într-un mediu înconjurător corespunzător, în condiţiile creşterii eficienţei procesării şi utilizării energiei, având ca ţel principal o dezvoltare "durabilă" a societăţii.

Este bine că punctul de vedere al cercetătorilor în problemele energiei s-a schimbat în ultimul timp, în consens cu ideile societăţilor civilizate şi democratice.

Astfel, dacă în trecutul nu prea îndepărtat se vorbea de "conservarea energiei" sau mai explicit "economia de energie", expresii care pentru publicul larg aveau conotaţii neplăcute, coercitive şi în practică se proceda la întreruperea efectivă a alimentării cu energie a consumatorilor, azi mentalitatea a început să se schimbe şi mesajele au devenit pozitive: consumatorii primesc servicii şi confort, dar energia trebuie produsă, transportată, distribuită şi utilizată eficient şi bineînţeles fără a deteriora mediul ambiant.

Institutul de Cercetări şi Modernizări Energetice (ICEMENERG) are condiţiile de bază necesare pentru a răspunde acestor cerinţe ale energeticii româneşti şi, sunt convins, îşi va îndeplini cu competenţă şi patriotism sarcinile foarte dificile, care se conturează pentru viitorul apropiat.

Redactor-şef,
dr. ing. Eugeniu Pavel

NOTĂ. În numărul 4 B al revistei Energetica a fost propus pentru publicare şi articolul *Eficienţa modernizării generatoarelor din CHE Porţile de Fier I,* aurori: Dumitru Creţu, - IRMEB; Maria Ispas şi Costin Florea - ICEMENERG; Ion Blaier - FE Porţile de Fier.

Spaţiul grafic limitat nu ne permite, însă, să-l includem în acest număr.

Lucrarea prezintă metodologia şi aplicarea sistemelor inteligente la realizarea alarmelor, la localizarea defectelor şi la restaurarea funcţionării sistemelor electroenergetice. Fiecare din aceste domenii cuprind alte subprobleme, care sunt prezentate în lucrare, descriindu-se stadiul acestora prin exemplificări.

În lucrare se discută direcţiile viitoare pentru aplicaţiile sistemelor inteligente la realizarea alarmelor, localizarea defectelor şi repunerea în funcţiune a sistemelor electroenergetice.

INTELLIGENT SYSTEM METHODOLOGIES FOR ALARM PROCESSING, FAULT DIAGNOSIS AND SYSTEM RESTORATION

HANJIN MIAO
Dept. of Electrical Engineering, FT-10
University of Washington
Seattle, WA 98195, USA;

JAW-SHYANG WU
Dept. of Electrical Engineering
National Kaohsiung Institute of Technology
Kaohsiung, Taiwan

CHEN-CHING LIU
Dept. of Electrical Engineering, FT-10
University of Washington
Seattle, WA 98195, USA

This paper discusses methodologies and applications of intelligent systems in three areas: alarm processing, fault diagnosis and system restoration. Each of these three areas is divided into subproblems in this paper and the state-of-the-art of each subproblem is described with example references. Future directions for inteligent system applications to alarm processing, fault diagnosis and system restoration are also discussed in this paper.

Descriptori: sisteme inteligente, procesarea semnalelor, diagnosticul evenimentelor

1. Introduction

Energy management systems (EMS) extend the capabilities of traditional SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) systems and incorporate the power system security applications. During the last decade, much research and development has been conducted on the application of Artificial Intelligence (AI) to power system on-line operations. Among all potential applications, the most promising results appear to be in the areas of Alarm Processing, Fault Diagnosis and System Restoration. This paper provides an overview of the state-of-the-art in these three areas. The scopes of the three application areas are:

• Alarm processing are generated by the EMS in response to a violation of the operating limits or a change of status. In an emergency condition, hundreds to thousands of alarms can be generated. The purposes of alarm processing are to categorize and prioritize alarms, to eliminate redundancies, and to synthesize information embedded in the alarms to provide a concise and

---

N.R.* Autorii prezentului articol sunt specialişti recunoscuţi în cercurile electroenergeticienilor din lume.
Profesorul Chen-Ching Liu de la Universitatea din Seattle (Washington) a participat şi la lucrările Conferinţei Naţionale de Energetică de la Neptun din anul 1994.
Pentru informarea cititorilor sunt prezentate, la sfârşitul lucrării, scurte biografii.

operator-oriented view of the power system operating condition.

• Fault diagnosis: Faults can occur on lines, machines, transformers, and substations. Relays, communication devices, circuit breakers can also malfunction. Using the information from the EMS, other monitoring devices, off-line databases or documentation, the fault diagnosis system identifies fault locations and types, malfunctioning components and their cause-effect relations.

• System restoration: Following a partial outage or a complete shutdown, the restoration guidance system helps to develop the strategy to start up generations, restore transmission networks, and pick up loads. The restoration guidance system also provides the necessary switching actions to implement a strategy. The restoration guidance system can be coupled to other existing sofware applications to serve as a planning or training tool.

In the following, each of the three areas will be divided into subproblems. The state-of-the-art of each subarea will be described with example references.

2. Alarm Processing

Due to the advances in technologies, electric utilities have dramatically increased their dependence on computers and telecommunications for monitoring and control of the power grid. Many system components and quantities are monitored from remote. This has increased the operators' ability to monitor the system during normal operation and to take timely actions during an emergency situation. However, the number of alarms could be very large during a fault condition [1], it is difficult for an operator to examine all these alarms and detect the abnormal conditions within a very short period of time. Traditional alarm processors are limited in their capabilities; they create alarm supon conditions such as a limit violation or a status change. They may also categorize alarms according to specified criteria. The development of an Intelligent Alarm Processor (IAP) was proposed by Wollenberg in 1986 [2]. An intelligent alarm processor is intended to help:

• Reduce the number of alarms presented to the operator, display only the alarms that need immediate attention of the operators.

• Convey a clear view of the power system condition causing the alarms.

• Recommend corrective actions to the operator if such actions are needed.

Various techniques have been developed to achieve the goals of intelligent alarm processors. Due to the complexity of alarm processing, many papers focus on one or more subproblems of alarm processing.

2.1. Categorizing

Alarms available to the operator can be triggered by an operation or a status change of system components, such as breakers, communication devices, computer units, etc. Alarms also come from different geographical areas of the power system. Alarm categorizing is to separate alarms into different categories based on sources of the alarms or the geographical areas [2].

2.2. Prioritizing

Alarm prioritizing includes static and dynamic prioritizing. Static alarm prioritizing is a task to select important alarms based on scenario-independent criteria. In a real-time environment, even the same alarm may be of different importance to different display consoles in a control center. For example, a loss of generator alarm directed to a generation operator console would be very important and require immediate acknowledgment at that console. But the same message may also be routed to a supervisor console or a remote management information console where acknowledgment is unnecessary [3]. Several criteria can be used to determine the importance of alarms: breaker operations, alarms in metropolitan areas, computer hardware failures, communication problems, etc.

During major events, many EMS alarms are results of an initiating event and may be repeated if the cause still exists. The importance of an alarm may change when the event evolves in real-time. For example, simultaneous operations of two circuit breakers on both ends of a line may be more important than an operation of a single circuit breaker at one end of a line. Dynamic alarm prioritizing is to sort alarms based on the actual scenario using pre-defined criteria. In [4], the priority of alarms is in a scale of 1 (highest) to 9 (non-display). An expert system was developed to categorize and prioritize the alarms.

2.3. Synchronizing Time Stamps on Alarms

The time stamp on an alarm message is usually not the actual time of occurrence. Even if the time of occurrence is transmitted in real-time, the timers of data acquisition devices are probably

not synchronized. Inaccuracy in timing of the events may lead the alarm processor to wrong conclusions. The synchronized time stamp could be the actual time of occurrence. So far this has not been used by any intelligent systems.

2.4. Relay Information

Alarm processing can benefit greatly from detailed relay operating information transmitted to the EMS. In [5] the information of protective realys and circuit breakers is used to help identify fault sections. With advances in digital relay technologies, protective relays are capable of recording and reporting many details of their operation sequences during a disturbance.

2.5. Scheduled Event Information

The alarms generated by a scheduled event (such as a maintenance operation) can be ignored by the alarm processor or can be logged to a different output device. However, this type of information is not generally available to the control center computer. Processing these types of alarms can help reduce the number of alarms that need attention. The information has not been used by intelligent alarm processors.

2.6. Temporal Reasoning

Alarms may be generated at diffferent times. Temporal relations between alarms are important for interpretation of alarms. The alarm processor developed in [6] uses dynamic diagnosis graphics to represent temporal relations among alarms. In their approach, the dynamic diagnosis graphs utilize nodes to represent alarm messages and arcs to represent causal or associative relations. The complete diagnostic graphs are translated into natural language and presented to the operators.

2.7. Alarm Reduction

As mentioned previously, during a disturbance, an overwhelming number of alarms could be reported to the system operators within a short period of time. Among all alarms, some of them may be unnecessary or redundant. These unnecessary or redundant alarms should not be displayed. An expert system is developed in [7] to reduce numerous, ungrouped alarms to a small number of diagnostic messages in a timely manner.

2.8. Alarm Synthesis

In order to provide power system operators with a better view of the operating conditions, summarized messages are more informative than a large number of detalied alarms. In [8], filtering, prioritizing and grouping mechanisms are proposed. In [9] an expert system is developed to reduce the number of alarms and present concise summaries of alarms to operators.

2.9. Processing Speed

More and more data are collected by the EMS computer in the control center. The available time to collect and process data is limited. Even though the performance of computers is much improved today, intelligent alarm processors need more computer resources than a traditional one [10].

2.10. Topological Dependence

Most alarm processors only process raw data. The connectivity, based on the on/off position of the switches, is constructed from the real-time data. However, intelligent alarm processors need power system topology to perform the reduction and synthesis functions. In [11] a rule-based system is developed to detect and identify topological errors when there are switching actions in the system.

2.11.Incomplete and Incorrect Information

When intelligent alarm processors perform reasoning to reduce or synthesize alarms, complete information may be necessary. On the other hand, incomplete or incorrect information may lead the IAP to an incorrect conclusion. In the expert system in [12], information is checked for relay and breaker operations. When there is no alarm for a breaker or a realy, this observation provides additional information about the breaker or relay.

The issue arising from incorrect information is addressed in [13]. Using a model-based approach, the system is able to provide correct diagnosis in case of unexpected events or incorrect information because the model works with the structural description of the components. The model-based approach is able to deal with a new

scenario based on the physical model, while a rule-based system may encounter a scenario that can not be dealt with by the available knowledge base.

2.12. Unavailable Information

Much information about power systems is not stored in computers or not available to the intelligent alarm processor. This information may be needed when alarm interpretation is performed by the intelligent alarm processors. A unified, updated data base may be necessary. This problem has not been addressed.

2.13. Search Mechanism

In order to interpret the alarms, the search problem may be large. The time between occurrence of alarms may be long. An efficient search mechanism is required for solution of a large problem in a real-time environment [10]. A qualitative power flow relation model was developed for identification of the cause-effect relation among alarms. The power flow relation model is searched to identify the cause-effects [14] .

3. Fault Diagnosis

Power systems consist of transmission lines, transformers, busbars, and loads over a large geographical area. Faults can develop in the power system due to strong wind, short circuits, etc. Equipment failures and protective device misoperations can also occur. When a fault occurs, alarms are generated by the EMS. It is critical for the operators to identify the location and nature of the fault quickly so that the impact of the outage due to the fault can be limited and further remedial actions can be deployed. Fault diagnosis for power systems can be divided into two levels:

- System level
- Equipment level

Much of the AI applications development in the diagnosis area has concentrated on the transmission line faults. In fact, of al AI application areas, fault diagnosis has probably been the most popular. This section is focused on AI applications on the system level diagnosis.

The system level fault diagnosis is to determine the nature and location of the fault(s) and to report possible malfunctioning protective devices. In general, it should identify one or more of the following:

- Time of occurrence of the fault(s).
- Location of the faults.
- Characteristic of faults: single phase or multiple phase fault, temporary or permanent fault.
- Faulted system components such as transmission lines, busbars or transformers, etc.
- Misoperated protective devices such as relays or circuit breakers.

3.1. Fault Section and Fault Type

One very basic function of fault diagnosis systems is to identify where a fault is in the power system and what type of fault it was, i.e., permanent or temporary, which phase(s). In [5, 15] rule-based systems have been developed to estimate fault sections. Some of the rule-based models were not very effective in handling complex fault/failure scenarios. This is partially due to the lack of detailed relay information. In [16, 17] cause-effect networks are developed to estimate fault sections.

3.2. Fault Hypotheses

In a power system, multiple faults or faults evolving from an initiating fault can occur. It can be a very complex task to identify all faults. A common approach is to generate a list of possible faults [18]. Then it is up to the operators to decide what may have happened in the system. However, the number of hypotheses can be large when all possible malfunctioning protective devices and system equipment faults are considered. In some systems, the hypotheses are ranked based on certain criteria such as the likelihood of these faults and the historical data of the system. The system in [19] selects faults according to the number of malfunctioning components for each fault section candidate.

3.3. Relay and Breaker Malfunction

When a fault occurs on the transmission system, protective relays protecting the line, busbar, or transformer are designed to send tripping signals to the designated circuit breakers. However, relays as well as circuit breakers can fail.

Relays may be miscoordinated, leading to unnecessary outages. It is further complicated by the auto-reclosure mechanism of relays and breakers. Misoperation of a protective device can be categorized into the followings:

- Failure to operate when there is a fault.
- Operation when there is no fault within its protection area.
- Improper reclosure if applicable.
- Improper operating time, for example, tripping time is slower than the setting.

In [20] a rule-based system is developed to identify the fault section and phase; it is also able to identify failures to operate, i.e., item 1 above.

3.4. Relay Sequence Event Information

Digital signals from protective relays provide the time of occurrence and operations of relays, including automatic reclosures. Depending on design of the protective systems, the data could include the responses of relays during a fault, such as when the relay sensed the fault, what phases the relay tripped and when the relay changed its protection zone, etc. An expert system in [21] uses relay time sequence information and the breaker status changes to estimate the fault sections. However, the tripping phase and change of protection zones are not incorporated.

3.5. Analog Data

Analog data of currents and voltages during the fault provides valuable information on the system condition. Based on the data, algorithms can be selected to compute the fault location in miles [20].

In [22] an artificial neutral network is developed to estimate fault sections based on waveform recognition. The results of waveform recognition are used to verify the judgment using a knowledge base.

3.6. Processing Speed

Fault diagnosis can be a very complex classification task that requires lots of computation in a very short period of time. In the on-line environment, the processing speed of fault diagnosis is important. In [23] a distributed expert system for fault diagnosis is developed. In [24] a parallel processing technique is used for a fault diagnosis system.

3.7. Fault Diagnosis Methodologies

Different AI approaches have been applied for development of power system fault diagnostic systems. These methods include rule-based and model-based approaches, artificial neural networks (ANN), fuzzy logic models, and genetic algorithms.

Ruled-Based Approach

Rule-based systems, relative to model-based reasoning, are considered "shallow" reasoning. The basic paradigm of rule-based systems is to replicate the diagnosis as it would have been performed by an operator or a diagnosis expert. The rule-based method in fault diagnosis is feasible because, due to power system's design, faults tend to occur on a small number of components within the entire system. This allows a relatively smal set of rules to cover most fault situations, even though the set only recognizes a fraction of the possible faults. Whenever precise identification of the fault location is not possible, hypotheses are used to report possible fault [15]. The representation of protective systems is simplified and complex aspects are usually ignored. For example, automatic reclosure is usually ignored [25]

Model-Based Approach

The basic paradigm of model-based reasoning for fault diagnosis can be considered as the interaction between the observed and predicted behaviors of the physical system [26]. Observation indicates what the device is actually doing, while prediction tells what it is expected to do. The difference between the observed and predicted behaviors results in a discrepancy. The fundamental assumption behind model-based reasoning is that if the model is correct, all the discrepancies between the observations and predictions can be explained with the physical model. A proposed model-based method uses the cause-effect netwotks [16, 17].

Another model-based approach is based on Petri Nets [19, 28]. In general, the practical power systems are so complicated that modeling these systems makes Petri Nets very large. This makes the check and change of Petri Nets difficult.

Reference [19] proposes a modified version of timed Petri Nets by adding color tokens to some entities, for example, different trippings of a breaker by different relays. This makes it possible to model a complicated system with fewer Petri Nets.

Artificial Neural Network (ANN) Approach

Most applications of neural networks to fault diagnosis have chosen the multi-layer perceptron type with the back-propagation algorithm [22, 29, 30, 31, 32]. In order to deal with large-scale power systems, most authors proposed modular or hierarchical approaches. The advantage of artificial neural networks is their fast speed. If well designed, ANNs are capable of coping with corrupted signals. However, ANN does not provide an explicit representation of the relations between input and output data. Therefore, verification of the results could be problematic in practice. One important step in ANN development is to gather the training data. It may be difficult to acquire data from the actual power systems for fault diagnosis.

Fuzzy Logic Approach

Fuzzy logic models allow the descriotion of uncertainties by fuzzy membership functions. An example of the fuzzy logic application is the estimation of a fault location. A fault can be close to, away from or far away from a bus [33, 34].

Genetic Algorithms

Genetic algorithms are search methods motivated by elementary principles of genetics and evolution. In [35] a genetic algorithm is developed for distribution system fault diagnosis. In general, a potential problem using genetic algorithms is the excessive time required.

4. Power System Restoration

Although power system blackouts do not occur frequently, it could cause great damage to the society [36]. Once the power system is partially or totally down following a major disturbance, the power system should be restored as soon as possible. The power system restoration process involves:

1. System condition assessment.
2. Restarting power generating units.
3. Providing cranking power to non-black-start units.
4. Establishing the bulk transmission skeleton.
5. Picking up load.
6. Reintegration of islanded subsystems.

The sequence of these steps depends on the power system needs and the restoration strategy of the specific utility. For instance, to provide cranking power to a large thermal unit from a remote hydraulic unit, some (inductive) load may have to be picked up to avoid overvoltage of the system. In general, however, load energizing is performed at the last phase of power system restoration.

Since system blackouts are not frequent events, it is unlikely for any operator to accumulate extensive experience from the on-line operation. Most utilities develop restoration procedures and update the plan annually to incorporate system changes [37, 38]. Restoration decisions based on the combination of written procedures and operating experience can be stressful and time consuming for system operators. Some utilities have developed expert system based decision support systems to assist operators for the power system restoration after major system disturbance [39, 40, 41].

Intelligent alarm processing and fault diagnosis dicussed in the previous sections are necessary tasks for system condition assessment. To select initial power sources, many discrete constraints such as system configuration, generator types, and generator characteristics should be considered. A restoration guidance expert system can be used to check system constraints and to find proper black start units to initialize the power sources. An expert system also can help to select and run the required analytical tools to find the proper load to pick up and maintain the real and reactive power balance to avoid voltage or frequency violations.

4.1. Cold Load Modeling

Restoring service to all loads is the goal of power system restoration. Cold load characteristics are very different from the normal behaviors and therefore severe overload can arise during a cold load pick up. Cold load modeling of space conditioning load is proposed and the dynamic characteristics during cold load pick up are investigated in [42].

4.2. Generator/Plants Characteristics

The shutdown/startup characteristics of generators and plants are also critical to restoration

planning of a bulk power system. The generation limits and the frequency/voltage responses of prime movers have to be considered during restoration. In [43] the dynamic performance of thermal power plants is considered in a knowledge-based restoration system.

4.3. Restoration Strategy

Power system restoration can be a complex, multistage, and combinatorial task. Development of the restoration strategies with the assistance of knowledge-based systems has been a critical research area. References [44] and [45] proposed the expert system methodologies to assist operators for load dispatching switching option and for determination of the generator starting times, respectively.

4.4. Automated Actions

If the restoration operations are automated and supervised, the blackout duration can be reduced significantly. However, in any case, safety needs to be ensured. Conceptual designs and some test plans are studied in [46].

4.5. Switching Sequencing

Switching is a basic task during the restoration process. An improper switching sequence may cause overload, voltage transients, and stability problems, etc. In [47, 48], a rule-based approach is proposed to isolate the faulted line segment and suggest switching sequences for subtransmission lines.

4.6. Power System Representation and Modeling

Power system components have some critical characteristics that need to be considered during restoration. These characteristics have to be properly modeled to provide necessary information for restoration planning. Dynamic models incorporating power plants and loads are developed in [49].

4.7. Transmission Path Finding

To supply power to crank a non-black-start unit or pick up a load, operators need to search for a transmission path. This path should be feasible and shortest in some sense. In [50] the problem of path finding between substations is investigated.

4.8. Uncertain/Inconsistent Information

It is important for operators to know the status of critical devices such as circuit breakers so that they can take proper restoration actions. The status of a device may be unknown because it is not monitored or the communication device breaks down. An expert system approach providing data validation capability for switches is proposed in [48].

4.9. Integration with SCADA/EMS

To serve as an effective on-line assistant in the control center, a restoration knowledge-based system needs to be integrated with the SCADA/EMS. The restoration tool should be able to handle real-time data and provide timely restoration plans and operation suggestions. An intelligent restoration guidance system that is installed as an enhanced function of SCADA is discussed in [51].

4.10. Integration with Operator Training Simulator

Integration of a restoration KBS with an operator training simulator (OTS) can provide a realistic environment for operators to practice the restoration procedure for different scenarios and conditions. An OTS with restoration simulation capabilities would be a useful tool to integrate with a restoration guidance expert system [52].

4.11. Maximal Load Demand Allocation

The overall goal of system restoration is to maximize the load that can be served during the restoration period. In [53] the authors formulate the problem as a mixed nonlinear-integer programming problem and determine the maximal amount of load that can be served.

4.12. Generator Startup Sequencing

It is helpful for the operators if the AI system can assess the anticipated generation capability for restoration operations. An optimal startup sequence that can help maximize the system genetation capability and shorten the outage duration is proposed in [45].

4.13. Integration with Analytical Tools

The power system simulation capability is desirable for enhancement of the KBS. Power flow results can help verify the feasibility of switching operations. Optimal power flow may be used to determine generation allocation and load to be restored for the given security constraints. Other analytical software can provide the KBS with more precise analysis and verify its decisions. In [54] an optimal power flow is embedded in the expert system to help alleviate overloads in a looped network.

4.14. Standing Phase Angle Reduction

After subsystems are restored separately, they should be synchronized. Standing phase angles between subsystems or islands often result in postponed restoration and it should be reduced to the acceptable range. A method is proposed in [55] to reduce the standing phase angle by generator rescheduling without the necessity of load reduction.

4.15. Tie Line Assistance

Interconnection assistance may provide a viable option for a totally blackout system. This tie line assistance can increase the system generation capability and the number of customers being stored. In [56] tie line utilization is considered in a restoration expert system to maximize the system generation capability by modifying the generator startup sequence.

4.16. Generic Restoration Actions

Depending on the system characteristics and operator experience, the restoration strategies for various utilities may be quite different. Generic Restoration Actions (GRAs), such as path finding between two substations, can provide tools for customization by utilities. The concept of GRAs is motivated by the techniques of generic tasks in the AI literature. Using GRAs, specific restoration strategies can be composed and coordinated [57].

4.17.Overvoltage Control

During the restoration process, generators are started up and transmission lines are energized. A lack of the reactive power absorption capability can result in serious overvoltage problems. In [58], a rule-based expert system has been developed to control reactors so that bus voltages can be kept within acceptable limits during restoration of EHV power systems.

5. Future Directions

Intelligent systems as on-line operators' guide have attracted much attention among researchers and practicing engineers in the field. The components of intelligent alarm processing, fault diagnosis, and system restoration have all achieved some degree of maturity. Our vision of the future development, however, is a more integrated intelligent system capable of the power system status assessment, waveform analyses and decisionmaking under uncertainties. This system shold use alarm processing or fault diagnosis capabilities and provide an effective status report to the operators using operator-oriented visualization or natural language techniques. Relative to the state-of-the-art summarized in this paper, the following issues remain to be addressed:

- Interaction/integration of alarm processing, fault diagnosis, and system restoration
- Multistage rule - or model - based expert systems
- User-interface, visualization
- Sequence of events recorder output
- Machine learning capabilities
- Parallel processing capabilities for intelligent systems
- Manpower and equipament transportation scheduling during restoration

REFERENCES

[1] D.S. Kirschen and B.F. Wollenberg *Intelligent Alarm processing in Power Systems,* Proceedings of the IEEE, Vol, 80, No.5, May 1992, pp.663-672.

[2] B.F. Wollenberg *Feasibility Study for an Energy Management System Intelligent Alarm processor,* IEEE Transactions on Power Systems, May 1986, pp.241-247.

[3] H. Amelink, A. M. Forte and R.P. Guberman, *Dispatcher Alarm and Message Processing,* IEEE Transactions on Power Systems, August 1986, pp. 188-194.

[4] R.W Bijoch,. S . H . Harris and T . L . V o l k m a n n , *Intelligent Alarm Processor at Northem States Power,* Proceedings of Second Symposium on Expert Application to Power Systems, July 17 - 20, 1989, Seattle, WA, pp. 79 - 83.

[5] C . F u k u i , and J . K a w a k a m i , *An Expert System for Fault Section Estimation Using Information from Protective Relays and Circuit*

Breakers," IEEE Transactions on Power Delivery, October 1986, pp. 83-90.

[6] J. M. Ares and P. Girouard, "GESTAL: A Specialized Tool to Build Real-Time Alarm Processing and Fault Diagnosis Expert Systems for Power Network Control Centers," in Expert Systems Applications for the Electric Power Industry, Vol. 1, J. A. Naser, Electric Power Research Institute, Editor, Hemisphere Publishing Corporation, 1990, pp. 679-689.

[7] D. B. Tesch, D. C. Yu, L. M. Fu and K. Vairavan, "A Knowledge-Based Alarm processor for An Energy Management System," IEEE Transactions on Power Systems, February, 1990, pp. 268-275.

[8] A. H. Shoop, S. Sliverman and B. Ramesh, "Consolidated Edison System Operation Computer Control System (SOCCS) Alarm Advisor," Proceedings of Second Symposium on Expert Systems Application to Power Systems, July 17-20, 1989, Seattle, WA, pp. 84-88.

[9] R. Dobiasch, M. Wagenbauer and L. Zimmerl, "Systematic Task Definition Approach of an Intelligent Alarm Processor for a Load Dispatch Center," Proceedings of Tenth Power System Computation Conference, Graz, Austria, August, 1990, pp. 944-947.

[10] D. S. Kirschen, "Applications in Energy Management Systems," in Expert System Applications in Power Systems, T. S. Dillon and M. A. Laughton, Editors, Prentice Hall, 1990, pp. 181-209.

[11] N. Singh and H. Glavitsch, "Detection and Identification of Topological Errors in Online Power System Analysis," IEEE Transactions on Power Systems, February 1991, pp. 324-331.

[12] N. Inoue, T. Fujii, J. Shinohara, K. Mochizuki and Y. Kajiwara, "An Expert System for Intelligent Alarm Processing in EMS and SCADA Systems," Proceedings of Second Symposium on Expert Systems Applications to Power Systems, July 17-20, 1989, Seatle, WA, pp. 89-95.

[13] M. Pfau-Wagenbauer and H. Brugger, "Model and Rule Based Intelligent Alarm Processing," Proceedings of Third Symposium on Expert Systems Application to Power Systems, April 1-5, 1991, Tokyo-Kobe, Japan, pp. 27-32.

[14] M. S. Tsai, "Intelligent Systems for Distribution Operational Planning and Alarm Processing in Power Systems," Ph.D. Dissertation, Dept. of Electrical Engineering, University of Washington, Seattle, WA, 1993.

[15] S. N. Talukdar, E. Cardozo and T. Perry, "The Operator's Assistant – An Intelligent, Expandable Program for Power System Trouble Analysis," IEEE Transactions on Power Systems, August 1986, pp. 182-187.

[16] Y. Sekine H. Okamoto and T. Shibamoto, "Fault Section Estimation Using Cause-Effect network," Proceedings of Second Symposium on Expert Systems Applications to Power Systems, July 17-20, 1989, Seattle, WA, pp. 276-282.

[17] C. L. Chen and S. N. Talukdar, "Causal Nets for Diagnosis," Proceedings of Third Symposium on Expert Systems Application to Power Systems, April 1-5, 1991, Tokyo-Kobe, Japan, pp. 379-386.

[18] G. Tornielli, L. Capetta, S. Cernignani, A. S. Fabiano and R. Schinco, "An Interval-Based Approach to Fault Diagnosis of Power Systems," Proceedings of Intelligent System Application to Power Systems, Montpellier, France, September 5-9, 1994, pp. 809-816.

[19] C. Yang, A. Yokoyama and Y. Sekine, "Fault Section Estimation of Power System Using Color Time Petri Nets," Proceedings of Fourth Expert System Application to Power Systems, Melbourne, Australia, Junuary 4-8, 1993, pp. 321-326.

[20] A. A. Girgis and M. B. Johns, "A Hybrid Expert System for Faulted Section Identification, Fault Type Classification and Selection of Fault Location Algorithms," IEEE Transaction on Power Delivery, April, 1989, pp. 978-985.

[21] C. Yang, H. Okamoto, A. Yokoyama and Y. Sekine, "Expert System for Fault Section Estimation of Power System Using Time Sequence Information," Proceedings of Third Symposium on Expert Systems Application to Power Systems, April 1-5, 1991, Tokyo-Kobe, Japan, pp. 587-594.

[22] Y. Fukuyama and Y. Ueki, "Development of An Expert System for Analyzing Faults in Power System Using Artificial Neural Network Based Waveform Recognition," Proceedings of the IEEE International Symposium on Circuits and Systems, June 11-14, 1991, Singapore, pp. 1137-1140.

[23] E. Cardozo and S. N. Talukdar, "A Distributed Expert System of Fault Diagnosis," IEEE Transactions on Power Systems, May 1988, pp. 641-646.

[24] J. P. Wang and J. Trecat, "A Parallel Fault Diagnosis Expert System for One Dispatch Center," Proceedings of Intelligent System Application to Power Systems, Montpellier, France, September 5-9, 1994, pp. 201-208.

[25] T. Minakawa, J. Sugawara, M. Kunugi, H. Hara and H. Anraku, "Requirement of On-Line Data for Configuration of An Advanced Integrated Fault Detection Expert System," Proceedings of Third Symposium on Expert Systems Application to Power Systems, April 1-5, 1991, Tokyo-Kobe, Japan, pp. 579-586.

[26] K. S. Swarup and H. S. Chandrasekharaiah, "Model Based Fault Diagnosis of Power Systems," Proceedings of Third Symposium on Expert Systems Application to Power Systems, April 1-5, 1991, Tokyo-Kobe, Japan, pp. 223-27.

[27] E. Handschin, W. Hoffmann and D. Kuhlmann, "Fault Location in Electrical Energy Systems Using Artificial Neural Networks," Proceedings of Intelligent System Applications to Power Systems, Montpellier, France, September 5-9, 1994, pp. 557-564.

[28] X. Wang and T. Dillon, "A Second Generation Expert System for Fault Diagnosis," Proceedings of Third Symposium on Expert Systems Application to Power Systems, April 1-5, 1991, Tokyo-Kobe, Japan, pp. 751-756.

[29] H. T. Yang, W. Y. Chang and C. L. Huang, "On-Line Fault Diagnosis of Power Substation Using Connectionist Expert System," IEEE Transactions on Power Systems, February 1995, pp. 323-331.

[30] H. Tanaka, S. Matsuda and H. Ogi, "Design and Evaluation of Neural Network for Fault Diagnosis," Proceedings of Second Symposium on Expert Systems Application to Power Systems, Seattle, WA, July 17-20 1989, pp. 378-384.

[31] E. Handschin, W. Hofmann and D. Kuhlmann, "Fault Location in Electrical Energy Systems Using Artificial Neural Networks," Proceedings of Intelligent System Application to Power Systems, Montpellier, France, September 5-9, 1994, pp. 557-564.

[32] K. H. Kim and J. K. Park, "Application of Hierarchical Neural Network to Fault Diagnosis of Power System," Proceedings of Third Symposium on Expert Systems Application to Power Systems, April 1-5, 1991, Tokyo-Kobe, Japan, pp. 323-327.

[33] P. Jarventausta, P. Veho and J. Partanen, "Using Fuzzy Sets to Model the Uncertainty in the Fault Location Process of Distribution Networks," IEEE Transactions on Power Delivery, April 1994, pp. 954-960.

[34] H. Cho, J. K. Park and H. J. Lee, "A Fuzzy System for Fault Diagnosis of Power System," Proceedings of Intelligent System Application to Power Systems, Montpellier, France, September 5-9, 1994, pp. 217-222.

[35] J. Ypsilantis and H. Yee, "Genetic Learning Applied to Distribution System Fault Diagnosis and Alarm Processing," Proceedings of Intelligent System Application to Power Systems, Montpellier, France, September 5-9, 1994, pp. 393-398.

[36] R. Sugarman, "New York City's Blackout: a $350 Million Drain," IEEE Spectrum, November, 1988, pp. 44-46.

[37] W. A. Johnson, et. al., "System Restoration - Deploying the Plan," IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, November 1982, pp. 4263-4271.

[38] R. J. Kafka, D. R. Penders, S. H. Bouchey and M. M. Adibi, "System Restoration Plan Development for a Metropolitan Electric System," IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, August, 1981, pp. 3703-3713.

[39] Y. L. Zhu, D. Sutonto, I. F. Morrison, "An Expert System for Power System Restoration," Proceedings of Fourth Symposium on Expert Systems Application to Power Systems, Melbourne, Australia, January 4-8 1993, pp. 125-130.

[40] S. Mori, I. Hata, T. Usui and K. Morita, "Expert System Supporting Substation Service Restoration," Proceedings of Fourth Symposium on Expert Systems Application to Power Systems, Melbourne, Australia, January 4-8 1993, pp. 131-136.

[41] Miyazaki, H. Ishige, H. Yoshida, T. Asano, T. Soyama and M. Kato, "The Development of A Restoration Support System for Application to Large-Scale Bulk Power Networks," Proceedings of Intelligent System Application to Power Systems, Montpellier, France, September 5-9, 1994, pp. 717-724.

[42] S. Ihara and F. C. Schweppe, "Physically Based Modeling of Cold Load Pickup," IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, September 1981, pp. 4142-5150.

[43] K. Kaneko, Y. Ueki and Y. Fukuyama, "An Expert System for Automatic Restoration of Power Systems Considering Dynamic Constraints to Thermal Plants," Transactions of IEE Japan, Vol. 11-B, No. 4, 1990, pp. 286-293 (in Japanese).

[44] Y. Kojima, S. Warashina, et al., "Development of a Guidance Method for Power System Restoration," IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 4, No. 3, pp. 1219-1227.

[45] C. C. Liu, K. L. Liou, R. F. Chu and A. T. Holen, "Generation Capability Dispatch for Bulk Power System Restoration: A Knowledge Based Approach," IEEE Transactions on Power Systems February 1993, pp. 316-325.

[46] L. R. Blessing, C. K. Bush and S. J. Yak, "Automated Power System Restoration Incorporating Expert System Techniques," Proceedings of Second Symposium on Expert Systems Application to Power Systems, 1989, pp. 133-139.

[47] T. K. Ma, C. C. Liu, M. Damborg and M. Chang, "A Integrated Model- and Rule- Based Approach to Design of Automatic Switching for Subtransmission Lines," IEEE Transactions on Power Systems, May 1994, pp. 750-756.

[48] H. Y. Marathe, C. C. Liu and M. S. Tsai, "An On-Line Operational Expert System with Data Validation Capabilities," IEEE Transactions on Power Systems, May 1991, pp. 882-889.

[49] K. Dickers and D. Rumpel, "Modeling for Grid Restoration Studies," Electrical Power & Energy Systems, Vol. 9, No. 1, 1987, pp. 45-55.

[50] D. S. Kirschen and T. L. Volkmann, "Guiding a Power System Restoration with an Expert System," IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 6, No. 2, 1991, pp. 558-566.

[51] S. Higashi, J. Sogawa, K. Nakata, A. Maruyama, A. Hibi and C. Fukui, "Development of the Advanced Intelligent Restoration Guidance System for a Control Center," Proceedings of Intelligent System Application to Power Systems, Montpellier, France, September 5-9, 1994, pp. 731-739.

[52] R. F. Chu, E. J. Dobrowski, E. G. Barr, J. McGeehan, D. Scheurer and K. Nodehi, "The Uses of an Operator Training Simulator for Power System Restoration," PICA Conference Proceedings, Baltimore, Maryland, 1991, pp. 171-179.

[53] R. Nadira, K. A. Loparo and T. E. DyLiacco, "Maximal Load Demand Allocation," IEEE Transactions on Power Systems, May 1992, pp. 528-535.

[54] Z. Yongli, B. W. Hogg, W. Q. Zhang, S. Gao and Y. H. Yang, "Hybrid Expert System for Aiding Dispatchers on Bulk Power Systems Restoration," International Journal of Electrical Power & Energy Systems, August 1994, pp. 259-268.

[55] S. Wunderlich, M. M. Adibi, R. Fischl and C. O. D. Nwankpa, "An Approach to Standing Phase Reduction," IEEE Transactions on Power System, February, 1994, pp. 470-478.

[56] K. L. Liou, C. C. Liu and R. F. Chu, "Tie Line Utilization during Power System Restoration," IEEE Transactions on Power System, February 1995, pp. 192-199.

[57] L. H. Fink, K. L. Liou and C. C. Liu, "From Generic Restoration Actions to Specific Restoration Strategies," IEEE/PES Summer Meeting Paper No. 94 SM 539-7 PWRS, 1994.

[58] N. Kakimoto, L. Bunpin, H. Sugihara, "Expert System for Voltage Control in Restoration of EHV Power System Following Complete Blackout," Electrical Engineering in Japan, February 1995, pp. 35-50.

7. BIOGRAPHY

Chen-Ching Liu received his Ph.D. from the University of California, Berkeley, California, USA, in 1983. Since then, he has been with the University of Washington, where he is Professor of Electrical Engineering. During 1994-1995, Dr. Liu also serves as Program Director for Power Systems at the National Science Foundation, USA. Professor Liu was Guest Editor of a special Issue on "knowledge-based systems in electric power systems," Proceedings of the IEEE, May 1992. He is also Chair of an IEEE Power Engineering Society working group on intelligent system applications and Convenor of CIGRE Task Force 38-06-03. Dr. Liu was elected a Fellow of the IEEE for his contributions in the development of knowledge-based systems for power system applications.

Hanjin Miao received his B.S. in Electrical Engineering from Shanghai Jiao-Tong University, Shanghai, China, in 1985 and his M.S. in Electrical Engineering from University of Shanghai, Shanghai, China, in 1988. He was a lecturer in Department of Automation, University of Shanghai, Shanghai, China, from 1988 to 1991. He is currently pursuing his Ph.D. degree at Department of Electrical Engineering, University of Washington, Seattle, WA, USA. His research interests are in the area of artificial intelligence and its applications to power systems.

Jaw-Shyang Wu received his M.S. and Ph.D. degrees in Electrical Engineering form National Cheng Kung University, Taiwan, and National Sun Yet-Sen University, Taiwan, in 1983 and 1991 respectively. Since 1984, he has been with Department of Electrical Engineering, National Kaohsiung Institute of Technology. His research interests are in the areas of distribution automation, expert system applications and operations research.

Referent: dr. ing. Jean Constantinescu - ICEMENERG

(Primit la 23 iunie 1995, acceptat la 26 iunie 1995)

Articolul prezintă un sistem operativ de evaluare a stabilităţii de tenisune axat pe un indice integral normalizat (ISSM) şi o metodă eficientă de determinare a traiectoriilor acestuia la variaţii de regim. În prezentare, accentul se pune pe relevanţa informaţiei pe care sistemul propus o oferă operatorului din centrul de control al sistemului energetic.

The article presents a security operational system centered on an integral normalized power system stability index and a reliable methode to determine its trajectory when power system regime undergoes different changer.

Stress is laid upon the relevance of information which the proposed system provides to power system control center operator.

SISTEM OPERAŢIONAL PENTRU SUPRAVEGHEREA ÎN TIMP REAL A SIGURANŢEI REGIMULUI SEN

dr.ing. JEAN CONSTANTINESCU;
ing. CORNEL ALDEA*

Descriptori: sisteme electromagnetice, regimuri, supraveghere în timp real, indicatori

Introducere

Majoritatea fenomenelor de prăbuşire a tensiunii în sistemele electroenergetice (în engleză **voltage collapse**) au un timp critic de desfăşurare de ordinul minutelor. Desfăşurarea relativ lentă a acestui tip de fenomene permite, în general, unui operator să acţioneze, dar este de cele mai multe ori insuficientă pentru ca acesta să hotărască acţiunea corespunzătoare pe care trebuie să o comande. Din acest motiv, este foarte important să se detecteze din timp riscul instabilităţilor de tensiune şi să se indice cu precizie zonele aflate în pericol.

Pentru predicţia acestui fenomen periculos pentru ansamblul sistemului, electroenergetic se propune **"indicele integral al marjei de stabilitate statică ISSM"**, care oferă o informaţie relevantă şi de încredere atât pentru programarea funcţionării/dezvoltării sistemului, cât şi pentru conducerea operaţională (în timp real).

În articol este descrisă aplicarea concretă a indicelui propus şi informaţia bogată pe care o oferă ISSM şi evoluţia sa.

* Institutul de Cercetări şi Modernizări Energetice - ICEMENERG, Bucureşti

1. Trăsături principale

Sistemul operaţional prezentat în lucrare asigură evaluarea stabilităţii statice a unui regim, inclusiv a stabilităţii tensiunii, în timp foarte scurt, suficient de precis (conservativ) şi cert (nu există probleme de convergenţă). În esenţă, metoda constă în determinarea:

a) unui indice integral normalizat de stabilitate statică (ISSM),

b) evoluţiei grafice a indicelui ISSM, ca efect al diferitelor contingente în sistemul electroenergetic.

Termenul "integral" desemnează faptul că ISSM măsoară sintetic "nivelul" de stabilitate al întregului sistem şi în acelaşi timp reflectă influenţa punctelor (secţiunilor) slabe asupra acestui nivel.

ISSM se defineşte prin raportul a doi determinanţi de matrice jacobian ,

$$ISSM = \frac{|Jc|}{|Jo|},$$

în care:

| Jcl este determinantul jacobianului care defineşte stabilitatea statică a stării curente a sistemului;

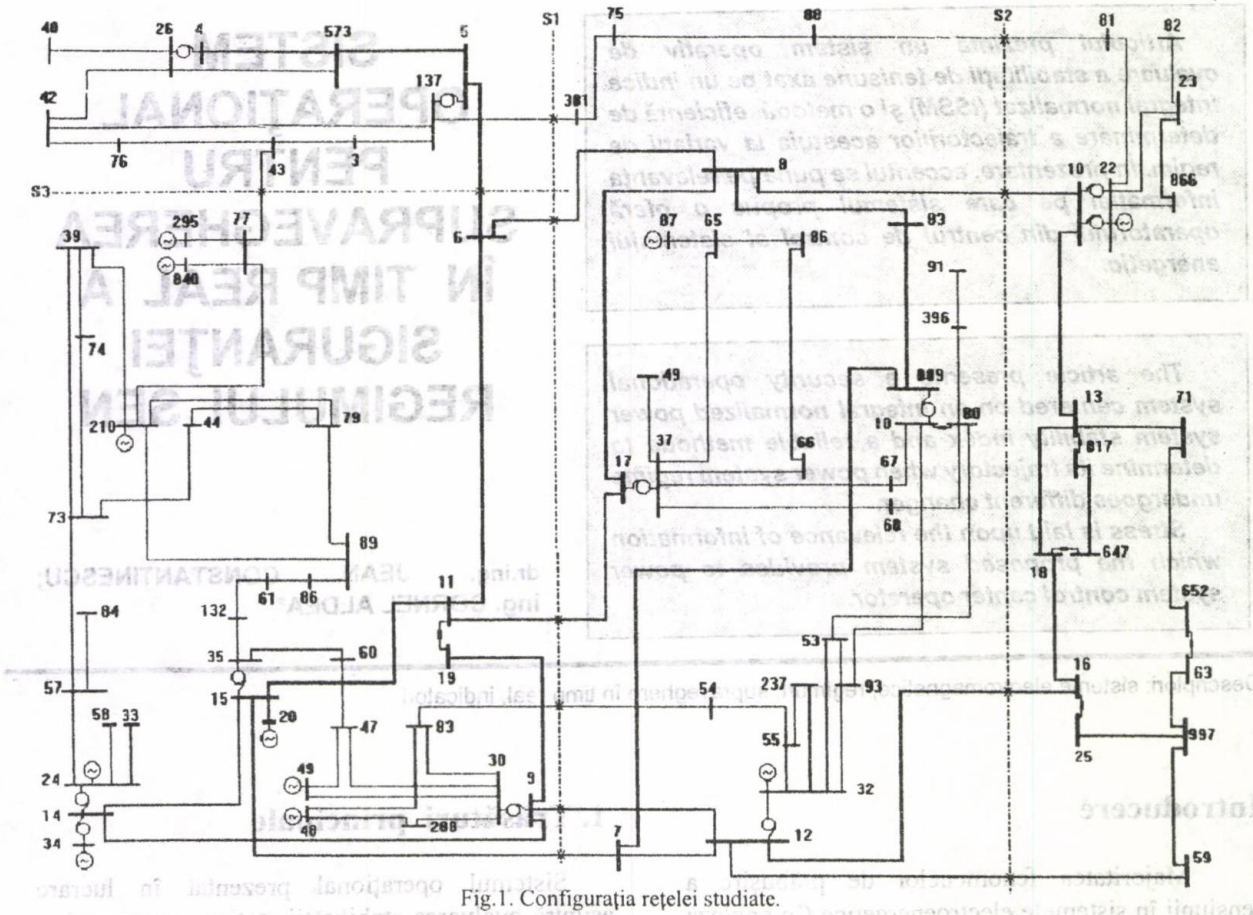


Fig.1. Configuraţia reţelei studiate.

Uol - determinantul similar asociat stării de maximă stabilitate statică (sistemul complet descărcat de putere - detalii în [1, 3]).

Contingenţele, declanşări de generatoare sau de linii electrice, pot fi alese automat de către program sau specificate distinct de către utilizator. Ele pot fi asociate cu scenarii de variaţie a puterilor generate/consumate în nodurile (zonele) reţelei.

Interfaţa operator-program este eficientă şi uşor de utilizat, eliminând sarcinile plictisitoare pentru expert, creându-i posibilitatea să se concentreze numai asupra sarcinilor proprii.

Programul oferă, la cerere, o informaţie completă asupra "rezervelor" sau "marjelor" locale de stabilitate, de exemplu acelea bazate pe puterile admisibile transferate prin secţiunile critice ale sistemului electroenergetic. Ca urmare a modificărilor de regim şi a contingenţelor, algoritmul de determinare a traiectoriilor variabilelor permite depăşirea slăbiciunilor modelelor clasice bazate pe circulaţiile de puteri, care întâlnesc instabilităţi numerice (de metodă), înainte de atingerea instabilităţii statice a sistemului [1, 3].

2. Exemple de situaţii operaţionale

Se prezintă în continuare câteva exemple relevante, pe o configuraţie de reţea obţinută dintr-un sistem real, care păstrează principalele caracteristici ale sistemului iniţial. Pe schema de calcul, corespunzător reţelei reale, s-au definit secţiunile S1, S2 şi S3 (trasate cu linie întreruptă în figura1), care împart sistemul într-o zonă (Z1) excedentară, în stânga lui S1, şi două zone deficitare de putere, una (Z2) la dreapta lui S2, iar cealaltă (Z3) deasupra lui S3. Astfel, se evidenţiază un tranzit important de putere din zona Z1 către zonele Z2 şi Z3, prin liniile de 400 kV şi 220 kV în secţiunile de mai sus. În figurile 2 şi 3 se prezintă situaţia operaţională care poate apărea prin creşterea în timp a consumului de energie în zona deficitară Z2 şi supraîncărcarca secţiunilor S1 şi S2. În figuri se prezintă evoluţia lui ISSM şi a tranzitului de putere în aceste regimuri succesiv înrăutăţite. Semnul ↓ indică faptul că această

evoluţie duce la pierderea stabilităţii, implicit la prăbuşire de tensiune.

Acest sistem operaţional oferă operatorului posibilitatea să intervină în desfăşurarea procesului prin simularea de contingenţe. În cazul de faţă s-au realizat declanşări de linii în secţiuni şi de grupuri generatoare în zona deficitară. Pe grafice se prezintă (cu o excepţie) cazurile în care aceste contingenţe au dus la pierderea stabilităţii. În funcţie de o rezervă impusă, operatorul poate să-şi definească valori limită pentru indicatorul ISSM, la atingerea cărora să se declanşeze măsurile de limitare a deficitului sau de întărire a secţiunii. De exemplu, în cazul de faţă, pentru o rezervă de 20% valoarea de avertizare ISSM este de circa 0.01.

În figura 2 a, se prezintă evoluţia indicelui ISSM la creşterea sarcinii în zona Z2 cu impact asupra tranzitului de putere activă prin secţiunea S1; în figura 2 b s-a figurat evoluţia în timp a indicelui. Creşterea sarcinii active şi reactive a fost de aproximativ 3% din sarcina sistemului la fiecare 100 secunde. Evoluţia indicelui în acest caz a fost simbolizată prin curbele cu semnul ≠. De asemenea, se prezintă evoluţia lui ISSM când odată cu creşterea sarcinii în zona Z2 se suprapune declanşarea unei linii în secţiunea S1.

În mod similar, în figura 3, pentru acclaşi scenariu de creştere a sarcinii în zona Z3, se prezintă evoluţia lui ISSM când contingenţele sunt declanşări de linii în secţiunea S2. În figura 4 se prezintă cazul în care în secţiunea S2 este indisponibilă linia 12-59 de 400 kV . Se observă că în acest regim înrăutăţit declanşarea unei linii de 400 kV sau a unui grup generator în zona deficitară (în nodul 22) duce la pierderea stabilităţii, dar declanşarea unei linii de 220 kV nu are acest efect.

În figura 5 evoluţia lui ISSM exprimă cazul în care creşte sarcina în zona Z3 cu circa 1.5% din total sarcină sistem la fiecarc 100 secunde, fapt ce duce la majorarea tranzitului de putere între zonele Z1 şi Z3.

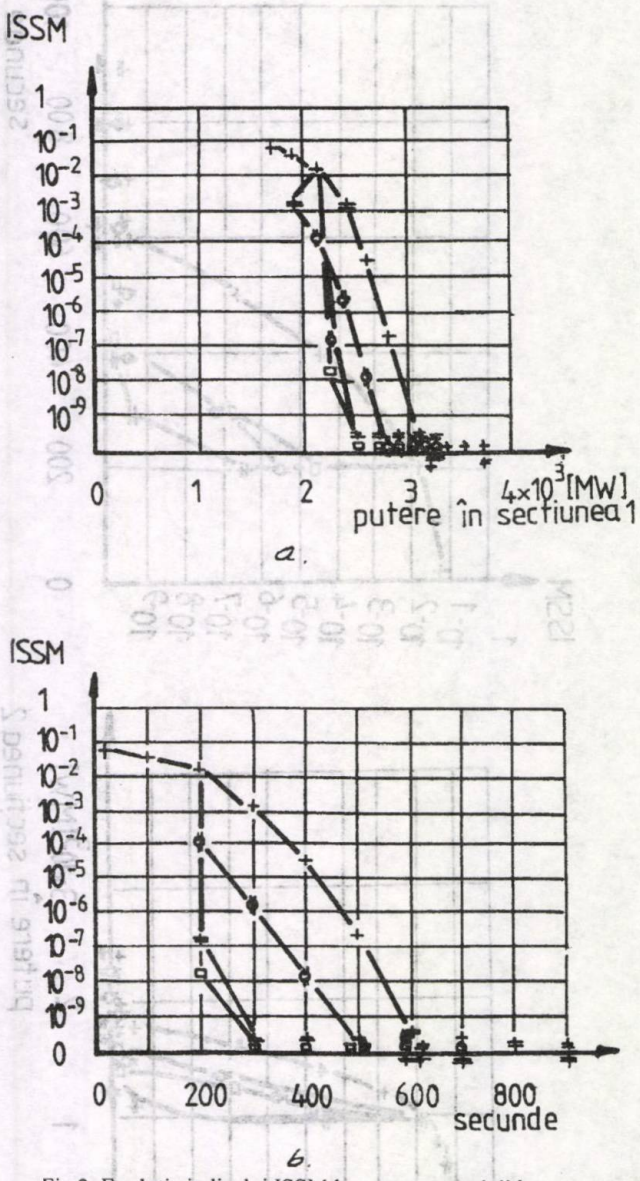


Fig.2. Evoluţia indicelui ISSM la creşterea sarcinii în zona cu deficit de putere. Contingenţe: ≠ declanşare linie 400 kV, 11-17; □ declanşare linie 400 kV, 9 - 12; ○ declanşare linie 400 kV, 7 - 15.

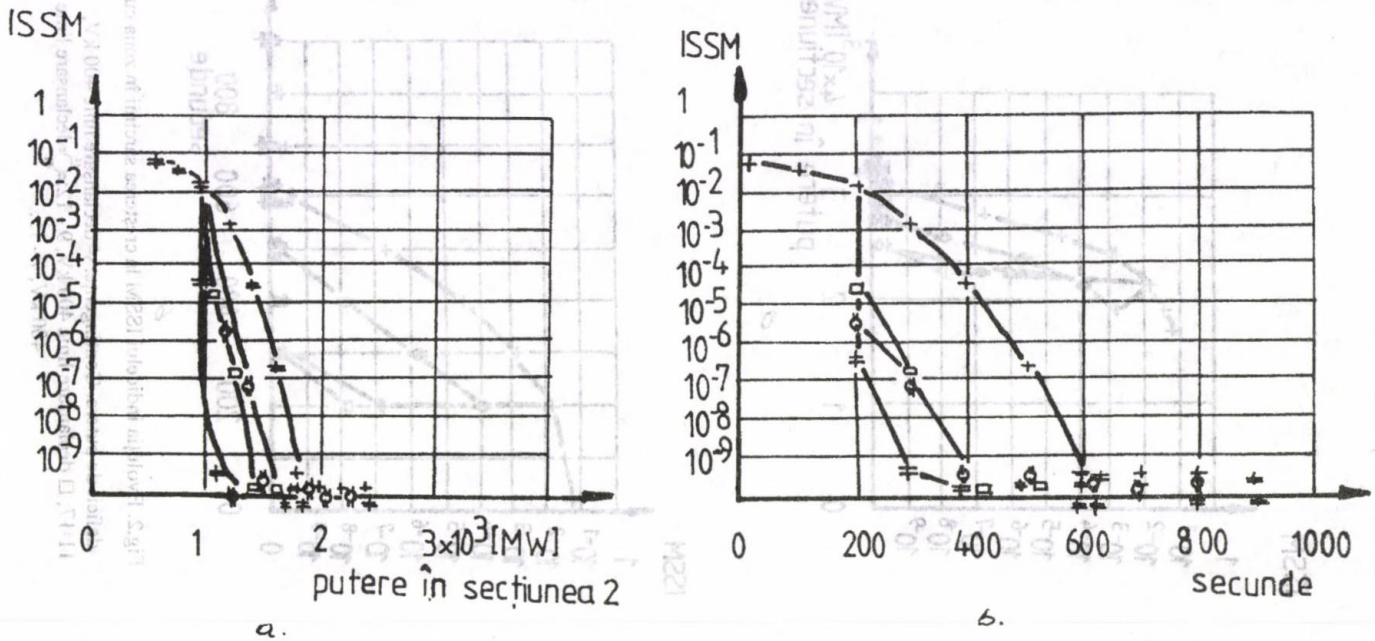


Fig.3. Evoluția indicelui ISSM la creșterea sarcinii în zona cu deficit de putere. Contingențe: ≠ declanșare linie 400 kV, 12-16; □ declanșare linie 400 kV, 8 - 10; ⌀ declanșare linie 400 kV, 12 - 59.

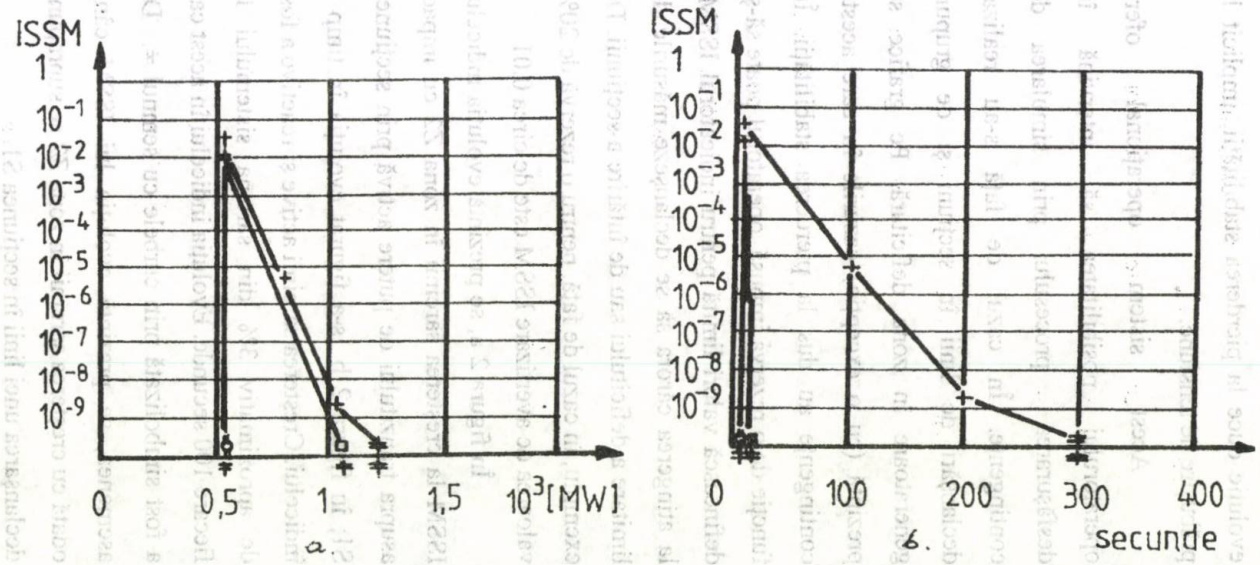


Fig.4. Evoluția indicelui ISSM la creșterea sarcinii în zona cu deficit de putere. Contingențe: ≠ → ≠ declanșare linie 220 kV, 81-88; ≠ → ⌀ declanșare linie 400 kV, 8 - 10; ≠ → □ declanșare generator în Z2 .

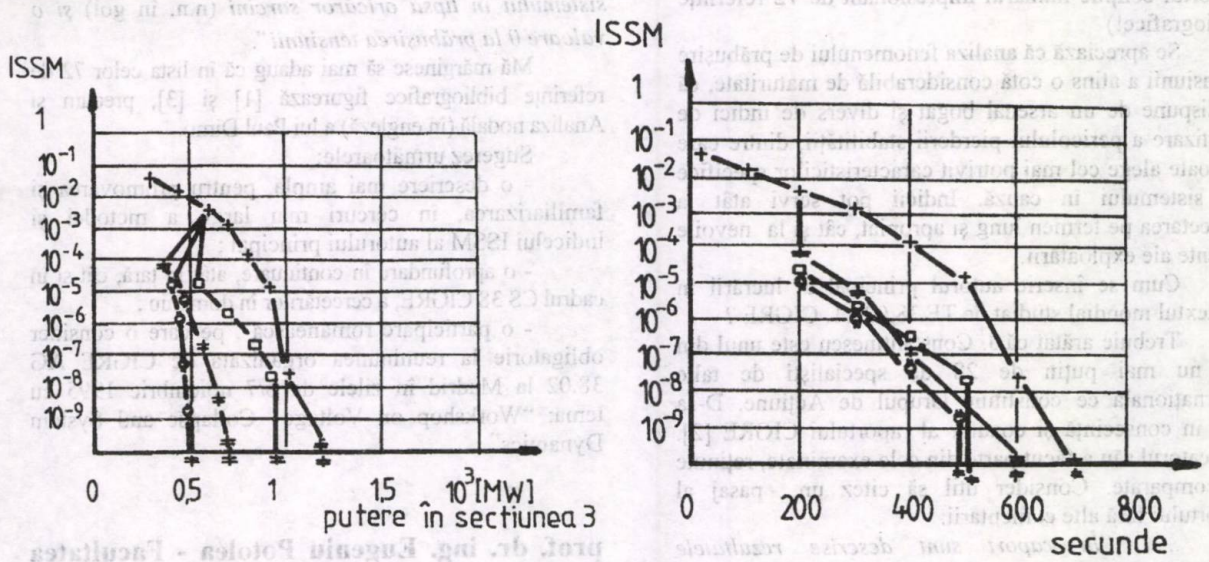


Fig.5. Evoluţia indicelui ISSM la creşterea sarcinii în zona cu deficit de putere. Contingenţe: ≠ declanşarc linie 220 kV, 43-77; □ declanşare linie 220 kV, 137 - 381; ○ declanşarc linie 400 kV, 5 - 6.

Concluzii

Utilizatorilor li se oferă un sistem grafo-analitic de apreciere a riscului de pierdere a stabilităţii şi de prăbuşire a tensiunii, aplicabil atât în condiţii operaţionalc, cât şi la planificarea funcţionării/dezvoltării sistemului electroenergetic. Sistemul propus poate să constituie un mijloc de primă importanţă în cadrul EMS la nivel de dispecer central, asigurând funcţia de evaluare a siguranţei în funcţionare.

BIBLIOGRAFIE

[1] Constantinesu, J. *Practical Assessment of the Power System Stability Margins.* In: Revue Roumaine des Sciences Techniques, vol. 39, nr.2, p.217, 1994.

[2] x x x *Indices predicting voltage collapse including dynamic phenomena*, prepared by CIGRE WG 38.02 Task Force Nr.11,February 1994,

[3] Constantinescu,J., Homos, M. *Metodă practică de calcul pentru studiul stabilităţii statice a sistemelor electroenergetice complexe.* In: Energetica Nr.9 , 1977.

Referent: ing. Alexandru Săndulescu
ICEMENERG

(Primit la 22 iunie 1995 , acceptat la 23 iunie 1995)

DISCUŢII

dr.ing. Călin Mihăileanu - ICEMENERG:

Lucrarea reprezintă viziunea, maturizată faţă de ideea lansată de Jean Constantinescu acum aproape două decenii, pe care autorul a perfecţionat-o continuu. De astă dată se furnizează şi rezultatele unor aplicaţii concrete ale metodei, folosind indicatorul ISSM, efectuate cu colaborarea lui Cornel Aldea. Este oare subiectul de actualitate? Pentru a da un răspuns la această întrebare, să remarcăm mai întâi că la referinţa [2] nu se face apel în textul lucrării. Ea face însă obiectul unei broşuri tehnice în curs de apariţie la CIGRE, cu acelaşi titlu cu [2], publicată în nr. 159 din aprilie 1995 al revistei ELECTRA a CIGRE şi este opera Grupului de Activitate TF 38.02.11, întocmită la cererea Preşedintelui CS 38 J. Falck Christensen şi al conducătorului (convener) al Grupului de Directivare (Advisoy Group) AG 38.02 G. Dwek. Raportul CIGRE este absolut remarcabil, face o clasificare a diferiţilor indici propuşi, şi folosiţi pe plan mondial, arată felurile în care se modelează reţcaua, sarcinile, generatoarele (se face referire la TF 38.02. care are ca obiect modelarea prăbuşirii tensiunii). Punctul cel mai valoros al raportului îl constituie însă, după părerea mea, prezentarea rezultatelor încercărilor comparative făcute pe un sistem cu 6 maşini al TF 38.02.08. a unui număr de 10 indici reprezentativi pentru diferitele categorii, la un exemplu considerat tipic de prăbuşire de tensiune.

Concluziile raportului vorbesc de activitatea impresionantă desfăşurată în ultimii ani în domeniul indicilor reprezentativi pentru stabilitatea tensiunii

(raportul conţine numărul impresionant de 72 referinţe bibliografice!)

Se apreciază că analiza fenomenului de prăbuşire a tensiunii a atins o cotă considerabilă de maturitate, că se dispune de un arsenal bogat şi divers de indici de avertizare a pericolului pierderii stabilităţii, dintre care se poate alege cel mai potrivit caracteristicilor specifice ale sistemului în cauză. Indicii pot servi atât la proiectarea pe termen lung şi apropiat, cât şi la nevoile curente ale exploatării.

Cum se înscrie autorul principal al lucrării în contextul mondial studiat de TF 38.02.11. CIGRE ?

Trebuie arătat că J. Constantinescu este unul din cei nu mai puţin de 28 de specialişti de talie internaţională ce constituie Grupul de Acţiune. D-sa este în consecinţă şi coautor al raportului CIGRE [2]. Indicatorul său a făcut parte din cele examinate, reţinute şi comparate. Consider util să citez un pasaj al raportului fără alte comentarii:

..... *"În raport sunt descrise rezultatele simulărilor efectuate pe acest sistem de testare* (n.n. cel al TF 38.02.08), *folosind peste 10 indici, acoperind întreaga gamă de indici descrişi".*

"Compararea acestor rezultate, - obţinute chiar cu indici de natură total diferită - a arătat o similaritate frapantă, care deşi nu era de aşteptat se dovedeşte liniştitoare".

"O structură de rezultat tipică este dată de un indicator ipotetic, etalonat la valoarea 1 în cazul sistemului în lipsa oricăror sarcini (n.n. în gol) *şi o valoare 0 la prăbuşirea tensiunii".*

Mă mărginesc să mai adaug că în lista celor 72 de referinţe bibliografice figurează [1] şi [3], precum şi Analiza nodală (în engleză) a lui Paul Dimo.

Sugerez următoarele:

- o descriere mai amplă, pentru promovarea şi familiarizarea, în cercuri mai largi, a metodei şi indicelui ISSM al autorului principal ;
- o aprofundare în continuare, atât în ţară, cât şi în cadrul CS 38 CIGRE, a cercetărilor în domeniu ;
- o participare românească , pe care o consider obligatorie la reuninunea organizată de CIGRE AG 38.02 la Madrid în zilele de 6/7 noiembric 1995 cu tema: "Workshop on Voltage Collapse and System Dynamics".

prof. dr. ing. Eugeniu Potolea - Facultatea de Energetică - UPB: Articolul sintetizează o experienţă bogată în aplicarea indicelui de stabilitate statică (ISSM) la supravegherea în timp real a siguranţei SEN. Expunerea este simplă şi convingătoare, iar exemplele de calcul sunt semnificative.

Autorii estimează corelaţia dintre rezerva de putere în sistem şi valoarea de avertizare a ISSM. Estimarea rapidă a acestei corelaţii prezintă interes teoretic şi practic.

Informaţii

În numărul 3, seria A/1995 al revistei Energetica au apărut următoarele materiale:

VICTOR ATHANASOVICI: Situaţia şi perspectivele producerii combinate de energie electrică şi termică în România

NICOLAE NICULESCU, ANGELA BĂDULESCU, DANA CRISTESCU, ION SOTIR DUMITRESCU: Condiţii de eficienţă pe termen mediu a diferitelor soluţii de alimentare cu căldură

VICTOR ATHANASOVICI, ION SOTIR DUMITRESCU, RĂZVAN DUPLEAC: Model complex de analiză tehnico-economică pentru determinarea soluţici optime de alimentare cu căldură

CONSTANTIN POPESCU, DAN GOLICIU, ALEXANDRU MIHĂIŢĂ: Repartiţa optimă a sarcinii termice pe agregate la CET Craiova II

DAN GOLICIU, IRINA SĂNDULESCU, NICULINA PREDESCU, CONSTANTIN GRIGORESCU: Analiza consumului de combustibil în centrale cu producere combinată de energie electrică şi termică

FLORIN ALEXE, MIHAELA POPESCU, LUCIAN PALADE, MELANIA COZEA: Modelarea regimurilor nenominale staţionare de funcţionare în termoficare a grupurilor de condensaţie de mare putere

GEORGE DARIE: Utilizarea în aplicaţii de termoficare a ciclurilor combinate gaze-abur

RECENZII

MARINA ANDRIAN: Chadbum, R. "Opportunities for Combined Heat and Power în Europe (Perspectivele sistemelor de producere combinată de energie electrică şi termică în Europa)

MARIN ŞTEFAN: Robert Loudon (Cadogan Consultants and Rendel Palmer & Tritton of Scotland) Power Generation in South East Asia (Producerea energiei electrice în Asia de Sud-Est) MDIS Reports. May 1994

Articolul tratează dispozitivele FACTS (Flexible AC Transmission Systems), apărute în ultimii ani, datorită progreselor realizate în electronica de putere. După o scurtă prezentare a obiectivelor şi efectelor benefice ale includerii dispozitivelor FACTS se arată rezultatele unor examinări făcute de autori, în cadrul unui studiu efectuat în ICEMENERG, cu privire la oportunitatea montării de transformatoare rotitoare şi a unor compensatoare statice de putere reactivă în SEN al României.

The paper deals with the FACTS devices (Flexible AC Transmission Systems), appeared the latest years, as a result of progress made in power electronics. After a brief presentation of the objectives and benefic effects of FACTS devices use, the results of some examination made by the authors within a study carried out by ICEMENERG researchers related to the opportunity of installing rotating transformers and reactive powr static compensators in the National Power System, are shown.

UTILIZAREA TEHNICILOR FACTS PENTRU ÎMBUNĂTĂŢIREA PERFORMANŢELOR SISTEMELOR ELECTROENERGETICE

dr. ing. CĂLIN MIHĂILEANU; ing. VIOREL NEAGU; ing. CRISTIAN SCARLAT*

Descriptori : sisteme electroenergetice, regimuri, supraveghere în timp real, indicatori

Conceptul FACTS (**F**lexible **AC** **T**ransmission **S**ystems) a apărut în anul 1989 la iniţiativa EPRI. Scopul este de a pune sub control sistemele de transport al energiei şi de a creşte capacitatea de transport până la limitele maxime. Aceasta se poate obţine prin intermediul unor dispozitive de control cu viteza de răspuns foarte mare, bazate pe progresele recente ale electronicii de putere şi ale microelectronicii.

Principalele obiective ce pot fi atinse prin utilizarea acestor dispozitive, sunt: repartizarea mai bună a sarcinii pe liniile în paralel, evitarea circulaţiilor de putere în buclă, îmbunătăţirea stabilităţii statice şi dinamice a sistemelor, amortizarea oscilaţiilor de putere şi tensiune pe linii etc.

În prezent sunt utilizate drept dispozitive FACTS compensatoarele statice, capacităţile serie controlate cu tiristoare, transformatoarele rotitoare. Totodată, există preocupări pentru realizarea unor dispozitive FACTS bazate pe convertoarele cu comutaţie forţată, aşa - numitele "dispozitive FACTS avansate". Marele avantaj al acestora este că elimină componentele pasive, cum ar fi bateriile de condensatoare şi bobinele de reactanţă de putere, întrevăzându-se în viitor o scădere importantă a preţului dispozitivelor.

În lucrare sunt prezentate aspecte privind utilizarea transformatoarelor rotitoare pentru dirijarea circulaţiilor de putere activă pe linii, şi a compensatoarelor statice pentru îmbunătăţirea stabilităţii dinamice a sistemelor.

1. Dirijarea fluxurilor de putere activă prin reţelele electrice utilizând dispozitive FACTS

Pentru a modifica circulaţiile de puteri active, mijloacele utilizate în prezent sunt compensatoarele serie controlabile cu tiristoare (CSC) şi transformatoarele rotitoare (phase shifters - PHS). Principiul care stă la baza modificărilor circulaţiilor pe linii este modificarea reactanţei liniei, funcţie de gradul de compensare a liniei (în cazul compensatoarelor serie) sau

* Institutul de Cercetări şi Modernizări Energetice - Bucureşti

modificarea unghiului de defazaj al tensiunilor în capetele liniei (în cazul PHS).

1.1. Transformatoare rotitoare

Dispozitivele pentru controlul circulaţiilor de putere activă reglează circulaţiile de putere activă prin modificarea fazei tensiunii. Acest lucru se obţine prin injectarea unei tensiuni adiţionale, defazată cu 90° faţă de tensiunea liniei. Modulul tensiunii liniei rămâne practic neschimbat, dar se modifică faza ei. Rezultă o modificare accentuată a circulaţiei de putere activă pe linie. Modificarea circulaţiilor de putere activă a fost făcută în trecut prin transformatoare de reglaj al unghiului pe fază. Reglarea unghiului de defazaj se face prin intermediul unui comutator de ploturi care modifică în trepte modulul tensiunii adiţionale. Se obţine astfel o modificare a circulaţiei de putere activă în sensul dorit. Principalul dezavantaj al acestuia este comutarea mecanică a ploturilor (reglaj în trepte, viteză mică şi număr limitat de acţionări).

Aceste dezavantaje pot fi eliminate prin înlocuirea comutatoarelor mecanice cu tiristoare convenţionale. Figura 1 descrie configuraţia unui astfel de dispozitiv. Acesta este conectat la reţea prin intermediul transformatorului auxiliar T_a.

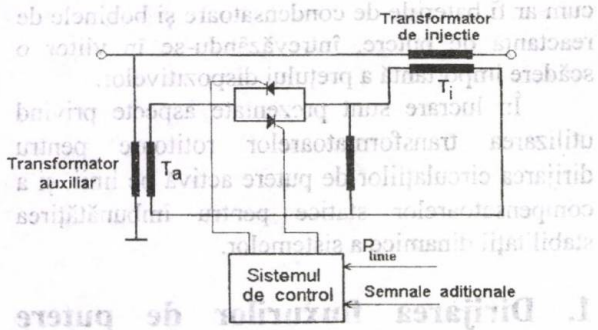


Fig. 1. LFC – schema de principiu

Sistemul de control determină unghiul de aprindere al tiristoarelor, care asigură o tensiune variabilă, şi în quadratură cu tensiunea liniei, la bornele transformatorului de injecţie T_i. Modificarea unghiului de aprindere funcţie de puterea activă pe linie face posibilă menţinerea circulaţiei în limitele impuse.

1.2. Influenţa transformatoarelor rotitoare pe linii din SEN

a) cazul liniilor interne ale SEN

S-au urmărit influenţele pe care le pot avea transformatoarele montate pe linii din diverse secţiuni ale SEN, şi anume: Iernut - Sibiu, Ţîntăreni - Bradu, Slatina - Bucureşti Sud, Braşov - Gutinaş, Bucureşti Sud - Gura Ialomiţei, Slatina - Porţile de Fier. Principalele constatări sunt:

- Modificarea parametrilor dispozitivului între ±10° duce la o modificare importantă a puterii pe liniile analizate (100 - 250 MW). Se constată o modificare maximă a circulaţiei pe linia Bucureşti Sud - Gura Ialomiţei şi una minimă pe linia Iernut - Sibiu.
- În toate cazurile variaţia puterii active este liniară în raport cu unghiul impus dispozitivului de control.
- Nu se constată o reducere a pierderilor de putere activă în SEN.

Rezultă că astfel de dispozitive se pot justifica, datorită influenţei mari pe care o au asupra fluxurilor de putere activă în situaţiile în care se constată încărcări ale unor linii peste limita termică şi este necesară descărcarea acestora, evitind astfel necesitatea construirii unor noi linii.

b) cazul liniilor de interconexiune ale SEN

Au fost efectuate calcule în diverse variante de import, export şi tranzit de putere. Principalele constatări au fost urmatoarele:

- prin modificarea unghiului dispozitivului între ±10° se obţin modificări ale puterilor pe linii de 150 - 160 MW.
- variaţia puterii pe linia studiată este liniară în raport cu unghiul dispozitivului.
- în toate cazurile există o variaţie puternică a pierderilor de putere în reţeaua de transport a SEN, în funcţie de repartiţia puterii pe liniile de interconexiune (până la 20 MW). Transformatoarele rotitoare îşi pot găsi justificarea montării lor pe liniile de interconexiune atât prin reducerea pierderilor de putere în reţeaua de transport a SEN (10 - 20 MW), cât şi prin faptul că reglajul lor poate asigura schimburile contractuale stabilite pe liniile de interconexiune, fără a afecta repartiţia optimă a puterii pe centrale.

2. Posibilitatea îmbunătăţirii stabilităţii tranzitorii prin utilizarea SVC

2.1. Creşterea rezervei de stabilitate dinamică

Se consideră schema de transport din figura 2.

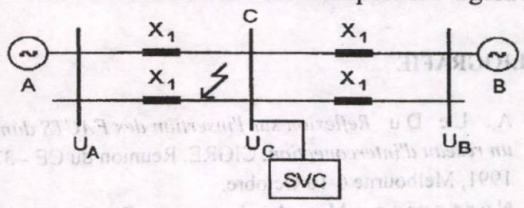


Fig. 2.

În figura 3 este ilustrat grafic modul în care se măreşte rezerva de stabilitate dinamică prin compensarea la mijlocul liniei. Se presupune un scurtcircuit pe una din linii, eliminat de protecţii. În figura 3*a* puterea maximă transportabilă, din punctul de vedere al stabilităţii dinamice, este P1 (când se obţine egalitatea ariilor de accelerare şi de frânare). Îmbunătăţirea adusă stabilităţii dinamice prin instalarea unui dispozitiv SVC la mijlocul liniei este ilustrată în figura 3*b*. Aceasta se poate cuantifica fie prin creşterea puterii maxime transportabile pe linie, fie prin mărirea timpului maxim admisibil de eliminare a defectului.

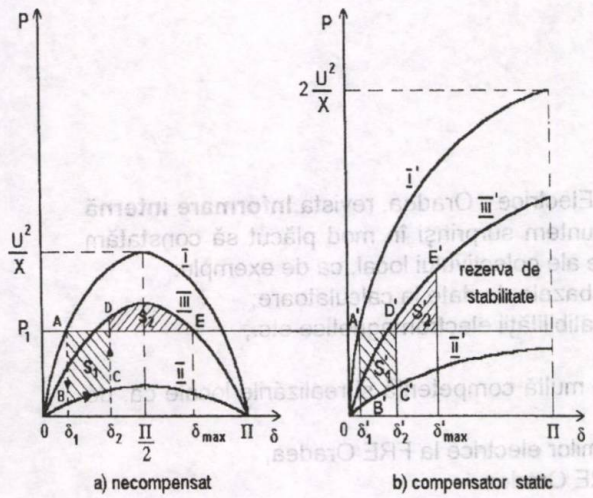


Fig. 3.

2.2. Utilizarea SVC pentru amortizarea oscilaţiilor

În urma unei perturbaţii de o valoare finită are loc o modificare a punctului de funcţionare a generatorului, la intersecţia dintre puterea mecanică şi noua curbă a puterii electrice. Această nouă poziţie se stabileşte în urma unui proces oscilatoriu în jurul punctului de funcţionare. Compensatorul controlează circulaţia de putere prin curentul reactiv injectat în linie în punctul respectiv. În funcţie de semnul derivatei dP/dt, se modifică puterea reactivă injectată în linie. S-a stabilit că un control adecvat al circulaţiei de putere pe linie contribuie la amortizarea oscilaţiilor.

2.3. Îmbunătăţirea stabilităţii dinamice a SEN prin utilizarea compensatoarelor statice (SVC)

Pentru evidenţierea efectului unor astfel de dispozitive asupra stabilităţii tranzitorii a SEN au fost alese două zone cunoscute ca fiind deficitare din acest punct de vedere: zona Porţile de Fier şi secţiunea de nord a SEN (S4) formate din liniile Iernut- Sibiu (400 kV), Alba Iulia - Cluj (220 kV) şi Ghcorghicni - Stcjaru. Calculele au constat în simularea unor perturbaţii care duc la pierderea sincronismului generatoarelor din PdFe sau a zonei de Nord a SEN. S-a încercat, în cazul aceloraşi perturbaţii, evitarea pierderii stabilităţii prin utilizarea unor compensatoare statice (SVC). Figura 4 prezintă modul cum se poate obţine amortizarea oscilaţiilor prin conectarea/deconectarea unor trepte SVC de maximum 200 Mvar în staţia Reşita (s-au considerat patru grupuri pe bara 1 de 220 kV şi indisponibilitatea liniei Timişoara - Mintia, iar ca perturbaţie deconectarea AT1).

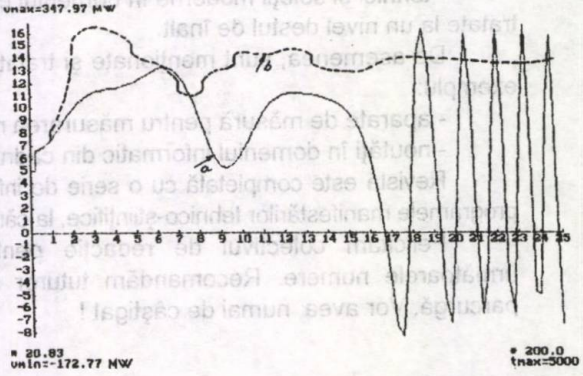


Fig.4. Amortizarea oscilaţiilor de putere axa Porţile de Fier - Timişoara prin utilizarea SVC: a) fără SVC; b) cu SVC în staţia Reşiţa şi comanda adecvată a acesteia.

2.4. Constatări generale

Principalele concluzii rezultate în urma simulărilor efectuate ar putea fi sintetizate astfel:

- Se poate obține evitarea pierderii sincronismului unor zone SEN sau a generatoarelor și amortizarea oscilațiilor de putere și tensiune pe linii prin utilizarea SVC. Rezultă o mărire a capacității de transport a rețelelor analizate, din punctul de vedere al stabilității tranzitorii, cu 50 - 200 MW.

-Eficacitatea acestor dispozitive depinde de locul instalării. Pentru zona Porțile de Fier efectul maxim se obține pentru conectarea în stația Reșița și apoi Timișoara. În cazul secțiunii S4 calculele efectuate au demonstrat eficiența acestor dispozitive în stațiile Alba Iulia și Stejaru.

- S-au evidențiat două moduri în care pot fi comandate aceste dispozitive pentru a se obține amortizarea oscilațiilor:

a) urmărind tensiunea nodului (modulul și derivata). Amortizarea se obține conectând trepte SVC pe panta descrescătoare și deconectând pe panta crescătoare a oscilațiilor tensiunii.

b) urmărind puterea activă pe linia controlată. Amortizarea se obține prin conectarea de trepte SVC pe panta crescătoare a puterii și deconectarea lor pe panta descrescătoare a oscilațiilor.

BIBLIOGRAFIE

[1] A. Le Du *Reflexion sur l'insertion des FACTS dans un reseau d'interconection*, CIGRE, Reunion du CE - 37 1991, Melbourne 6-10 Octobre.

[2] Noroozian, M., Anderson, G. *Power flow control by use of controllable series components.* In: IEEE Transactions on Power Delivery, vol. 8, No. 3, July 1993.

[3] Erche, M. *Improvement of Power System Performance Using Power Electronic Equipment*, CIGRE, 1992 Session, 30 Aug. - 5 Sept.

[4] Angquist, L. *Power Oscillation Damping Using Controlled Reactive Power Compensation.* In: IEEE Transaction on Power Systems, vol. 3, No. 2, May 1993.

Referent: ing. Alexandru Săndulescu - ICEMENERG

(Primit la 12 iunie 1995, acceptate la 23 iunie 1995)

Informații

Am primit la redacție, de la Filiala de Rețele Electrice - Oradea, revista **Informare internă**, anul III, nr.1/95. Parcurgând paginile revistei, suntem surprinși în mod plăcut să constatăm existența unor preocupări foarte moderne și actuale ale colectivului local, ca de exemplu:

- noutăți în abordarea problemelor legate de bazele de date la calculatoare;
- tehnici și soluții moderne în domeniul compatibilității electromagnetice etc.,

tratate la un nivel destul de înalt.

De asemenea, sunt menționate și tratate cu multă competență și realizările locale ca, de exemplu:

- aparate de măsură pentru măsurarea mărimilor electrice la FRE Oradea;
- noutăți în domeniul informatic din cadrul FRE Oradea.

Revista este completată cu o serie de informații utile specialiștilor, și nu numai, referitoare la programele manifestărilor tehnico-științifice, la cărțile intrate în biblioteca tehnică etc.

Felicităm colectivul de redacție pentru editarea acestei publicații și așteptăm și următoarele numere. Recomandăm tuturor specialiștilor din domeniu să o obțină și să o parcurgă. Vor avea numai de câștigat !

Implementarea unui sistem al calităţii în cadrul activităţii de producţie, transport şi distribuţie a energiei electrice, reprezintă o "decizie" pe termen lung, termen care este egal cu durata de viaţă a instalaţiilor.

În vederea implementării acestui program, un rol important îl are Compartimentul Asigurarea Calităţii.

Acesta trebuie să definească elementele cheie ale programului de asigurare a calităţii şi să pregătească ghiduri pentru implementarea acestuia.

Implementarea cu succes a unui program de asigurare a calităţii în cazul instalaţiilor cu funcţionare continuă, ca cele existente în cadrul RENEL, depinde în mare măsură de modul în care acesta este înţeles şi aplicat de întreg personalul.

PARTICULARITĂŢI ÎN MANAGEMENTUL SISTEMULUI CALITĂŢII ÎN ACTIVITATEA DE PRODUCERE, TRANSPORT ŞI DISTRIBUŢIE A ENERGIEI ELECTRICE

The implementation of the quality system within the electric energy generation, transmission and distribution represents a long-trem "decision" that is equivalent to the facilities lifetime.

In order to implement this programme, the Quality Assurance Department has an important part.

This departament has to define the key elements of quality assurance programme and to prepare guide books for its implementation.

The successful implementation of a quality assurance programme, in case of continuous operation facilities, e.g. the RENEL's ones,depends to a great extent on how is assimilated and applied by all the staff.

ing. EUGEN CORBAN; ing. MIRELA SMĂRĂNDESCU*

Descriptori: management, calitate, sisteme electroenergetice

În implementarea unui program de asigurare a calităţii în activitatea de producere, transport şi distribuţie a energiei electrice/termice un rol important îl are Compartimentul Asigurarea Calităţii (Responsabilul cu Asigurarea Calităţii) care trebuie să definească elementele cheie ale programului (faţă de standardele de referinţă) şi să pregătească ghiduri pentru implementarea acestora.

Programul trebuie să fie :

- analizat, în filiale, de către conducătorii compartimentelor implicate în producţie, transport şi distribuţie a energiei electrice;
- aprobat de către conducerea filialei.

În vederea implementării programului de asigurare a calităţii Compartimentul Asigurarea Calităţii din filială va pregăti un grafic detaliat cu precizarea datelor la care etapele esenţiale sunt îndeplinite. Acest plan trebuie aprobat de conducerea filialei.

Întrucât sistemul calităţii presupune implicarea tuturor compartimentelor care desfăşoară activităţi ce pot afecta calitatea, fiecare din aceste compartimente pregăteşte pe baza graficului menţionat mai sus, propriul grafic ce

* Institutul de Cercetări şi Modernizări Energetice - ICEMENERG

trebuie aprobat de şefii de compartimente şi de Compartimentul Asigurarea Calităţii.

Compartimentul Asigurarea Calităţii din cadrul filialei va pregăti o listă cu procedurile necesare pentru descrierea şi aplicarea sistemului calităţii, care va ţine cont de politica RENEL în domeniul calităţii şi/sau a direcţiei generale coordonatoare care cere ca sistemele calităţii în cadrul regiei să fie conform standardelor STAS-ISO seria 9000. În acest sens, pornind de la standardul STAS-ISO 9000 şi de la specificitatea fiecărei filiale, se va alege standardul aplicabil între STAS-ISO 9001, 9002, 9003. În alegerea unuia din standardele de mai sus se ţine cont de aplicabilitatea cerinţelor standardelor la condiţiile filialei (de exemplu dacă filiala execută sau nu activităţi de proiectare şi altele).

În întocmirea listei procedurilor aplicabile Compartimentul Asigurarea Calităţii ţine cont de activităţile desfăşurate de fiecare compartiment în parte.

Un mijloc eficient de redactare a procedurilor îl constituie modelarea grafică a activităţilor cu ajutorul diagramelor. În această fază este necesar să se acorde o atenţie deosebită procedurilor interdepartamentale (cele la care activităţile sunt executate în mai multe compartimente).

În mod normal, procedurile sistemului calităţii sunt scrise de către compartimentele responsabile pentru desfăşurarea lucrărilor şi vor fi:

- analizate de şeful Compartimentului Asigurarea Calităţii, responsabil cu asigurarea calităţii din filiale;
- avizate de către şeful de compartiment ;
- aprobate de către conducere.

Pentru implementarea fiecărei proceduri sau cu ocazia actualizării acesteia (în cazul unei modificări majore) este necesară o pregătire a personalului din cadrul compartimentelor care aplică în practică prevederile procedurilor. Pregătirea este necesară deoarece pe parcursul ei poate fi prezentat, tuturor persoanelor implicate, modul concret de rezolvare a sarcinilor ce le revin şi interfeţele dintre diferite compartimente. În urma discuţiilor cu personalul implicat se pot identifica eventualele deficienţe în redactarea procedurilor şi posibilele căi de rezolvare.

Programul de pregătire va acorda o atenţie deosebită activităţilor şi practicilor legate de programul de asigurarea calităţii. Acestea vor fi prezentate detaliat în cadrul programelor de pregătire.

Programul de asigurare a calităţii aplicat la producerea, transportul şi distribuţia energiei electrice, trebuie să prevadă o modalitate de analiză periodică a procedurilor de actualizare a acestora (atunci când este necesar). Această prevedere trebuie să ia în considerare impactul procedurilor asupra siguranţei în funcţionare a instalaţiilor şi/sau asupra protecţiei personalului şi/sau a mediului înconjurător.

Implementarea cu succes a unui program de asigurare a calităţii, mai ales în cazul instalaţiilor cu funcţionare continuă, ca cele existente în cadrul RENEL, depinde în mare măsură de modul în care acesta este înteles şi aplicat de către salariaţi.

În acest sens este necesară dezvoltarea unui program de pregătire continuă a personalului implicat în domeniul conceptelor de asigurare a calităţii şi a aplicării acestora.

Programul de pregătire va cuprinde:

- prezentarea necesităţii aplicării unui sistem al calităţii în producerea şi/sau transportul şi distribuţia energiei electrice;
- motivaţia personalului pentru a obţine calitatea necesară satisfacerii cerinţelor clienţilor RENEL (alimentarea cu energie în condiţii de siguranţă şi de eficienţă economică a consumatorilor);
- exemplificarea aplicării cerinţelor sistemului calităţii în anumite cazuri concrete (cu "adresa" la grupul de persoane ce participă la programul de pregătire);
- dezbaterea problemelor curente (legate de calitate) pentru grupul care participă la pregătire.

Programul de pregătire trebuie să cuprindă practic întreg personalul filialei pe diferite niveluri de pregătire, educaţie şi putere de înţelegere, precum şi sesiuni/etape de reîmprospătare a cunoştinţelor în domeniul calităţii la exploatarea instalaţiilor energetice. Acest program poate include prezentarea evenimentelor deosebite din cadrul filialei (incident şi/sau avarii), precum şi practici pozitive identificate în cadrul filialei sau în cadrul altor filiale.

Pe durata tuturor programelor de pregătire menţionate, lectorii vor încuraja participarea cursanţilor la discuţii referitoare la identificarea soluţiei optime de rezolvare a problemelor de

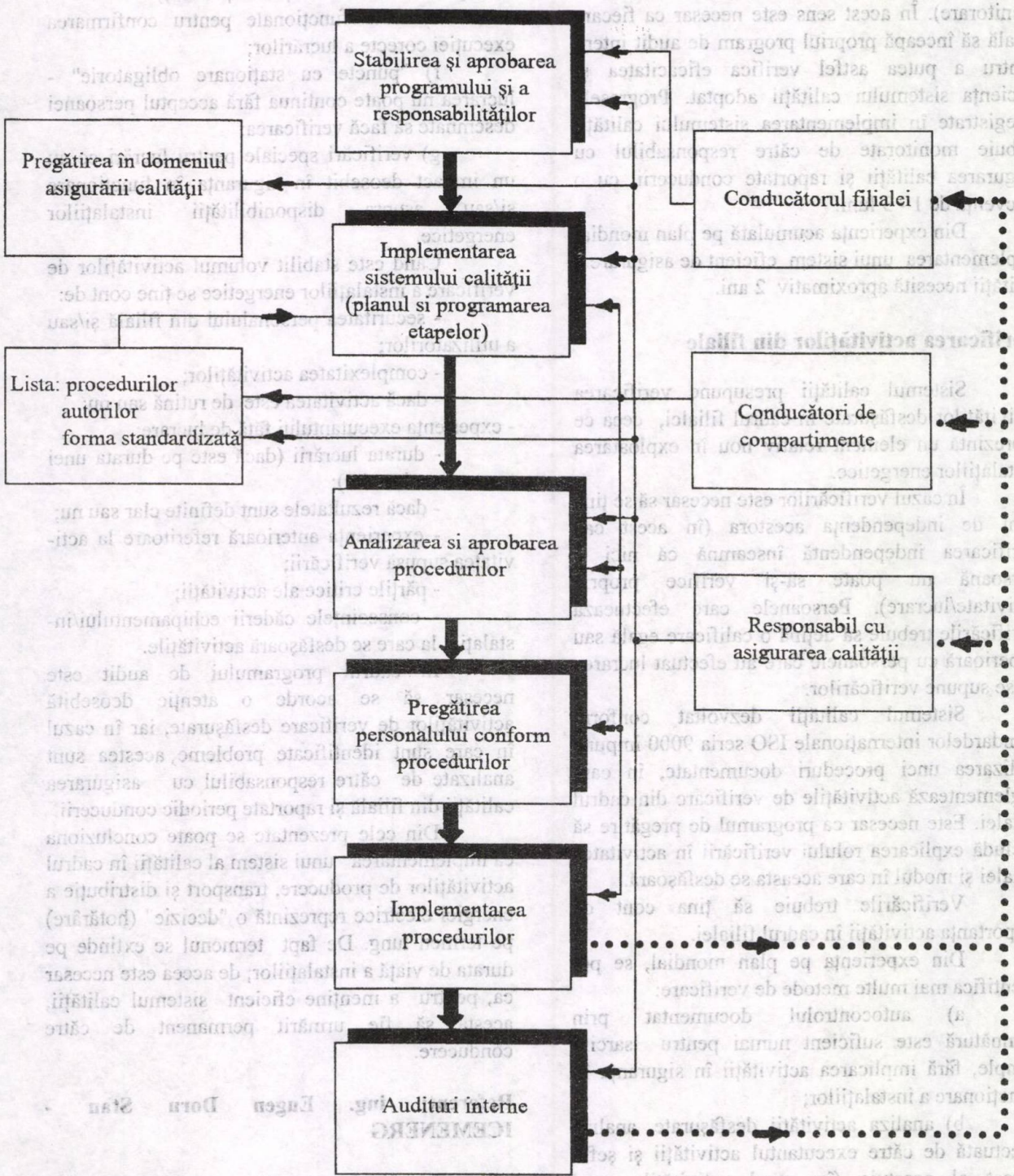


Fig.1. Model pentru implementarea programului de asigurare a calităţii.

calitate. Este necesară păstrarea documentelor programului de pregătire pentru a putea urmări reacţia personalului la programele de pregătire, precum şi evoluţia planului iniţial de pregătire.

Un factor esenţial în aplicarea unui sistem al calităţii îl constituie auditul calităţii (mijloc de monitorare). În acest sens este necesar ca fiecare filială să înceapă propriul program de audit intern pentru a putea astfel verifica eficacitatea şi eficienţa sistemului calităţii adoptat. Progresele înregistrate în implementarea sistemului calităţii trebuie monitorate de către responsabilul cu asigurarea calităţii şi raportate conducerii, cu o frecvenţă de 1 - 3 luni.

Din experienţa acumulată pe plan mondial implementarea unui sistem eficient de asigurare a calităţii necesită aproximativ 2 ani.

Verificarea activităţilor din filiale

Sistemul calităţii presupune verificarea activităţilor desfăşurate în cadrul filialei, ceea ce reprezintă un element relativ nou în exploatarea instalaţiilor energetice.

În cazul verificărilor este necesar să se ţină cont de independenţa acestora (în acest caz verificarea independentă înseamnă că nici o persoană nu poate să-şi verifice propria activitate/lucrare). Persoanele care efectuează verificările trebuie să deţină o calificare egală sau superioară cu persoanele care au efectuat lucrarea ce se supune verificărilor.

Sistemul calităţii dezvoltat conform standardelor internaţionale ISO seria 9000 impune utilizarea unei proceduri documentate, în care reglementează activităţile de verificare din cadrul filialei. Este necesar ca programul de pregătire să includă explicarea rolului verificării în activitatea filialei şi modul în care aceasta se desfăşoară.

Verificările trebuie să ţina cont de importanţa activităţii în cadrul filialei.

Din experienţa pe plan mondial, se pot identifica mai multe metode de verificare:

a) autocontrolul documentat prin semnătură este suficient numai pentru sarcini simple, fără implicarea activităţii în siguranţa în funcţionare a instalaţiilor;

b) analiza activităţii desfăşurate, analiza efectuată de către executantul activităţii şi şeful direct al acestuia (în cazul activităţilor mai complexe, dar care nu afectează siguranţa în funcţionare a instalaţiilor);

c) inspectarea lucrării pe parcursul desfăşurării ei (inclusiv măsurători);

d) asistarea la efectuarea activităţii (de exemplu: asistarea unor probe şi teste);

e) teste funcţionale pentru confirmarea execuţiei corecte a lucrărilor;

f) "puncte cu staţionare obligatorie" - lucrarea nu poate continua fără acceptul persoanei desemnate să facă verificarea;

g) verificări speciale pentru lucrări ce au un impact deosebit în siguranţa în funcţionare şi/sau asupra disponibilităţii instalaţiilor energetice.

Când este stabilit volumul activităţilor de verificare a instalaţiilor energetice se ţine cont de:

- securitatea personalului din filială şi/sau a utilizatorilor;
- complexitatea activităţilor;
- dacă activitatea este de rutină sau nu;
- experienţa executantului faţă de lucrare;
- durata lucrării (dacă este pe durata unei ture sau mai multe);
- dacă rezultatele sunt definite clar sau nu;
- experienţa anterioară referitoare la activitatea supusă verificării;
- părţile critice ale activităţii;
- consecinţele căderii echipamentului/instalaţiei la care se desfăşoară activităţile.

În cadrul programului de audit este necesar să se acorde o atenţie deosebită activităţilor de verificare desfăşurate, iar în cazul în care sunt identificate probleme, acestea sunt analizate de către responsabilul cu asigurarea calităţii din filială şi raportate periodic conducerii.

Din cele prezentate se poate concluziona că implementarea unui sistem al calităţii în cadrul activităţilor de producere, transport şi distribuţie a energiei electrice reprezintă o "decizie" (hotărâre) pe termen lung. De fapt termenul se extinde pe durata de viaţă a instalaţiilor; de aceea este necesar ca, pentru a menţine eficient sistemul calităţii, acesta să fie urmărit permanent de către conducere.

Referent: ing. Eugen Doru Stan - ICEMENERG

(Primit la 12 iunie 1995, acceptat la 23 iunie 1995)

UTILIZAREA TEHNOLOGIILOR CU MICROUNDE PENTRU PROCESE DE USCARE INDUSTRIALE

ing. DUMITRU NICULAE, ing. ALICE MIHĂILESCU*

Lucrarea conţine aspecte teoretice ale încălzirii cu microunde şi în particular ale uscării cu microunde, evidenţiind avantajele înlocuirii procedeelor actuale de uscare cu uscarea cu microunde, fiind bine cunoscut faptul că uscarea care intervine în majoritatea proceselor industriale este un proces energointensiv.

Se prezintă, de asemenea, standul experimental din ICEMENERG,care funcţionează la 2450 MHz cu o putere în microunde de 1 kW, având în componenţă un nou tip de aplicator de tip radiant la care se adaugă două tipuri de aplicare" monomod şi volumetric. În cadrul programului de experimentări vizând utilizarea tehnologiilor cu microunde în procese industriale, pe stand au fost realizate primele testări care au avut ca obiectiv uscarea cu microunde a unor mostre din material ceramic din care se realizează izolatoarele iar rezultatele obţinute sunt prezentate în lucrare.

The paper deals with the theoretical aspects of microwaves heating and especially with the microwaves drying, pointing out the advantages of replacing the present procedures by microwaves drying, being well known the fact that drying produced in most of the industrial processes is an energyintensity process.

The ICEMENERG experimental stand operating at 2450 MHz with a microwave power of 1 kW and consisting of a new type of radiant applicator to which two types of applicators are added is presented, too: monomode and volumetric applicators. Within the experiments programme aiming at using microwave technologies in industrial processes, the first tests meant to microwave drying the ceramic material samples out of which the insulators are made and the results obtained, are presented herein.

Descriptori: tehnologii cu microunde, procese de uscare

1. Generalităţi*

În contextul mai larg al activităţilor ICEMENERG de promovare a unor tehnologii eficiente din punct de vedere energetic, se înscrie şi utilizarea energiei microundelor în procese electrotermice.

Ca rezultat al acestei activităţi, în institut s-a creat o bază materială şi documentară, care permite specialiştilor în microunde să realizeze analize complexe privind oportunitatea promovării tehnologiilor cu microunde în diverse sectoare de activitate industrială. Cercetările au ca obiectiv analiza comparată şi evidenţierea oportunităţilor,

* Institutul de Cercetări şi Modernizări Energetice - ICEMENERG

avantajelor, evaluarea costurilor şi amortizărilor acestora, majorarea profitului, ca elemente de bază în fundamentarea unor decizii privind promovarea tehnologiilor cu microunde în procese industriale.

Trebuie menţionat faptul că în competiţie cu tehnologiile clasice actuale , tehnologiile cu microunde îşi manifestă utilitatea în special în procese industriale energointensive, oferind soluţii originale şi performante.

Un astfel de proces tehnologic este **uscarea,** în al cărui cost o pondere importantă îl reprezintă costul energiei consumate. Uscarea constă în eliminarea unei substanţe absorbite , în general un lichid (cel mai adesea apa) dintr-un material, prin aport de căldură. Procesele de uscare actuale au la bază transferul căldurii în material prin conducţie şi convecţie. Majoritatea uscătoarelor convenţionale sunt de tip convectiv, utilizând ca agent termic aerul cald.

Procesul de uscare se desfăşoara lent, gradientul de temperatură între suprafaţa materialului şi interiorul acestuia limitează viteza de migraţie a apei către exterior. În plus, dacă acest gradient devine important, apare riscul creării unor zone foarte uscate la suprafaţa materialului, care împiedică transmisia căldurii, provocând deterioarea materialului.

O metodă pentru eliminarea dezavantajelor de mai sus este aceea a încălzirii directe, în volum, a materialului, astfel încât căldura să fie în primul rând utilizată pentru creşterea temperaturii şi evaporarea apei . Acestea se pot realiza utilizând energia microundelor.

2. Uscarea cu microunde

Pentru o bună înţelegere a uscării cu microunde este necesară o scurtă prezentare a mecanismului încălzirii cu microunde.

Încălzirea cu microunde are la bază proprietatea câmpului electric de a polariza sarcinile electrice din material (dipolii) , sarcini care nu reuşesc să urmărcască modificările extrem de rapide ale câmpului electric de înaltă frecvenţă. Mişcările dipolilor determină o pierdere de energie care se traduce prin încălzirea materialului.

Mărimea care descrie comportarea unui dielectric sub influenţa unui câmp de înaltă frecvenţă este permitivitatea complexă ε^* definită prin relaţia :

$$\varepsilon^* = \varepsilon' - j\,\varepsilon'' \qquad (1)$$

în care :

ε' este constanta dielectrică relativă şi caracterizează materialul din punctul de vedere al capacităţii de a polariza , înglobând pierderi datorate fenomenului de polarizare dipolară asociat cu fricţiunea dintre molecule ;

ε'' - factorul de pierderi , înglobează toate efectele disipative datorate pierderilor Joule şi dielectrice .

Mult mai utilizată în literatura de specialitate este o altă mărime :

$$\operatorname{tg}\,\delta = \varepsilon'' / \varepsilon', \qquad (2)$$

unde :

δ este unghiul de pierderi .

Pentru ficcare dielectric ε' , ε'' şi tg δ variază cu frecvenţa , cu temperatură şi umiditatea materialului .

Puterea care se transformă în căldură în unitatea de volum a materialului este dată de :

$$P = 0.556\ 10^{-12}\ f\ \varepsilon'\ \operatorname{tg}\delta\ E^2 \quad [W/m^3] \qquad (3)$$

în care :

E este valoarea efectivă a intensităţii câmpului electric aplicat [V/ m] ;

f - frecvenţa [Hz] .

Relaţia (3) arată că pentru un câmp electric dat, puterea disipată este dependentă de frecvenţă, atât prin "*f*" (care intervine direct), cât şi prin constanta dielectrică ε' şi tg δ, care la rândul lor sunt funcţie de frecvenţă. De aici reiese şi avantajul utilizării microundelor în procese electrotermice.

Căldura degajată este cu atât mai mare cu cât factorul de pierderi ($\varepsilon'' = \varepsilon' \operatorname{tg}\delta$) este mai ridicat, fiind necesară cunoaşterea proprietăţilor dielectrice ale materialelor la frecvenţa microundelor.

Apa este unul din materialele a căror structură fiind polară, are un factor de pierderi ridicat, astfel încât este evident că utilizarea energiei microundelor în scopul eliminării acesteia din compoziţia diverselor produse (scopul majorităţii operaţiilor de uscare) se realizează cu

certe avantaje în raport cu procedeele clasice de uscare.

Dificultăţile apărute la uscarea clasică legate de extragerea apei pe măsură ce conţinutul de umiditate se reduce, precum şi uscarea de uscarea uniformă în interiorul materialului, sunt rezolvate de procedeul cu microunde, care permite creşterea randamentului operaţiei de uscare (la viteze egale), a vitezei de uscare (la randamente egale), fără afectarea calităţii produsului obţinut.

Figurile 1 şi 2 prezintă evoluţia în timp a umidităţii (fig.1), respectiv a temperaturii (fig.2) unui material supus uscării cu microunde comparativ cu uscarea clasică.

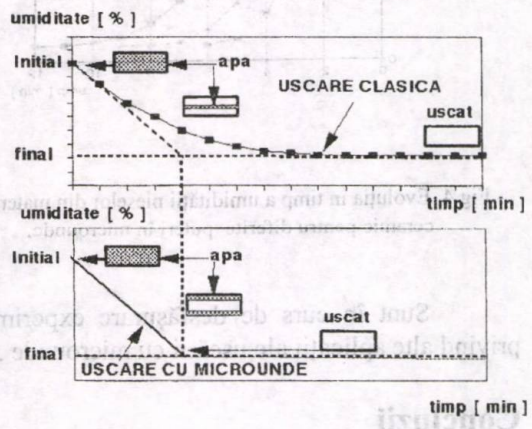


Fig.1. Variaţia în timp a umidităţii unui produs supus uscării cu microunde comparativ cu uscarea clasică.

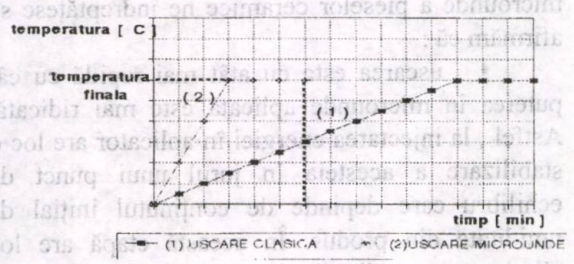


Fig.2 .Variaţia în timp a temperaturii unui produs în procesul de uscare cu microunde comparativ cu uscarea clasică.

Se observă că durata procesului se reduce la mai puţin de o treime în cazul uscării cu microunde .

Celelalte avantaje legate de reducerea consumului de energie şi a spaţiului sunt redate în tabelul 1 care prezintă o comparaţie a performanţelor a patru tipuri de uscătoare ce utilizează tehnologii diferite pentru uscarea hârtiei.

Tabelul 1

Tipul uscătorului	Puterea [kVA]	Viteza de deplasare [m/min]	Apa eliminată la viteza de deplasare [kg / h]	Spaţiul ocupat (lungime) [m]
Cu rezistenţe electrice	10.0	35.0	1.50	6.50
Cu infraroşii	18.0	38.0	1.65	0.45
Curenţi de înaltă frecvenţă	7.2	38.0	1.65	1.50
Cu microunde	6.0	55.0	2.45	0.55

Este evident că uscatorul cu microunde are performanţe superioare în raport cu celelalte tipuri de uscătoare în ceea ce priveşte puterea instalată, viteza de uscare şi spaţiul ocupat.

3. Experimentări şi rezultate

Având la dispoziţie o bază materială realizată prin concepţie proprie, specialiştii în microunde din cadrul ICEMENERG au iniţiat un program de experimentări, vizând utilizarea energiei microundelor în procese industriale de uscare. Primele experimentări s-au concentrat în special asupra uscării unor piese ceramice utilizate ca izolatoare în echipamente electrice, experimentările urmând să se extindă şi asupra uscării nisipurilor pentru siguranţe cu mare putere de rupere şi a diferitelor tipuri de hârtii şi cartoane electrotehnice.

S-a folosit standul experimental pentru tehnologii cu microunde, care are în componenţă următoarele elemente principale :

1) **generator cu microunde** - cu rolul de a transforma energia reţelei în energie de microunde la 2450 MHz ;

2) **surse de alimentare cu tensiune anodică şi de filament ale magnetronului,** care asigură acestuia condiţii nominale de funcţionare;

3) **element de transmisie a energiei microundelor către sarcină** numit şi **ghid de undă.** Se prezintă sub forma unui tub dreptunghiular cu pereţi metalici, care asigură propagarea câmpului electromagnetic într-o configuraţie dinainte stabilită şi bine controlată ;

4) **circulator,** element cu rolul de protecţie a magnetronului contra undelor reflectate care pot apărea pe durata tratamentului termic, datorită unor dezadaptări provocate de modificarea constantelor dielectrice ale materialului de tratat ;

5) **sistem de măsură a coeficientului de reflexie**, respectiv a raportului între puterea reflectată de sarcină şi puterea transmisă de generator ;

6) **aplicator** - reprezentând o incintă închisă de pereţi metalici la care este cuplată sursa de microunde şi în care are loc transferul de energie de microunde în materialul de tratat. Pentru experimentările efectuate aplicatorul a fost dotat cu un sistem de distribuţie a energiei, de tip radiant , conceput special pentru realizarea unor uscări uniforme şi controlate din punctul de vedere al profilului de temperatură. Este în curs de realizare pentru aplicatorul de tip radiant un program de calcul care să ofere toate mărimile elementelor constructive necesare efectuării unor procese termice de uscare;

7) **dispozitive pentru măsurarea temperaturii şi a variaţiei de masă pe durata tratamentului de uscare.**

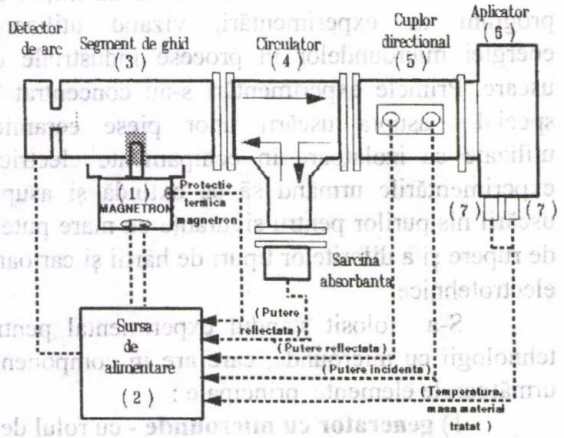


Fig.3. Schema de principiu a standului experimental pentru tehnologii cu microunde.

Experimentările s-au efectuat pe piese din material ceramic umede, în vederea uscării finale, etapă care precede glazurarea şi arderea lor în cuptoare la temperaturi ridicate de circa 1100 - 1300 ^{0} C.

Scopul experimentărilor a fost evaluarea procesului de încălzire - uscare cu microunde, urmărirea variaţiei temperaturii şi masei materialului pe durata tratamentului, variaţia masei materialului funcţie de temperatura, calculul umidităţii parţiale şi finale a produsului.

Principalele rezultate obţinute în cursul experimentărilor sunt prezentate în graficul din figura 4.

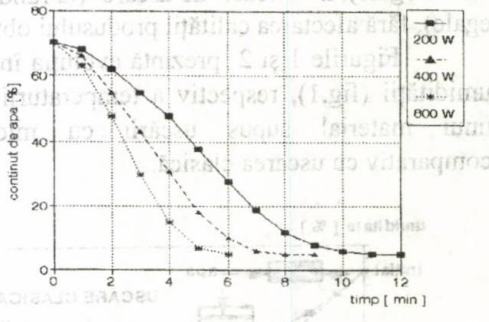


Fig.4. Evoluţia în timp a umidităţii pieselor din material ceramic pentru diferite puteri în microunde.

Sunt în curs de desfăşurare experimente privind alte aplicaţii ale uscării cu microunde .

Concluzii

Primele evaluări bazate pe rezultatele obţinute în urma experimentărilor uscării cu microunde a pieselor ceramice ne îndreptăţesc să afirmăm că :

- uscarea este cu atât mai rapidă cu cât puterea în microunde aplicată este mai ridicată. Astfel , la injectarea energiei în aplicator are loc o stabilizare a acesteia în jurul unui punct de echilibru care depinde de conţinutul iniţial de umiditate din produs. În această etapă are loc eliminarea umidităţii, iar o alegere corectă a pantei de creştere a temperaturii, ca urmare a transformării în căldură a puterii în microunde disipate în produs, elimină riscul apariţiei fisurilor;
- la atingerea umidităţii finale, se constată că absorbţia de microunde în produs scade indiferent de puterea injectată în aplicator;
- bilanţurile energetice efectuate scot în evidenţă o reducere cu circa 35 - 40 % a consumului de energie comparativ cu procedeele de uscare actuale utilizate în industrie ;

• elementele de tip radiant cuplate la aplicator au asigurat pe durata experimentărilor o încălzire uniformă a produsului, deci un regim de uscare care elimină riscul apariţiei fisurilor datorate gradientelor de temperatură şi presiune din produs ;

• calculul şi execuţia elementului de tip radiant s-au dovedit corecte , urmând ca acesta să fie utilizat în viitoarele instalaţii de uscare industriale.

Rezultatele experimentărilor vor face obiectul unor studii de caz privind oportunitatea promovarii tehnologiilor cu microunde în procese industriale de uscare.

Referent: ing. Anton Roşu - ICEMENERG

(Primit l 12 iunie 1995, acceptat la 23 iunie 1995)

Manifestări tehnico-ştiinţifice

VERY HIGH VOLTAGE NETWORKS SYMPOSIUM, SIBIU, 31 MAI - 2 IUNIE 1995

În perioada 31 mai - 2 iunie 1995 a avut loc la Sibiu simpozionul **Reţele electrice de foarte înaltă tensiune (Very High Voltage Networks Simposium)** cu participare internaţională. Acest simpozion reprezintă prima manifestare ştiinţifică pe plan mondial cu această temă. Iniţiativa organizării acestui simpozion a aparţinut Comisiei de Energetică a Academiei Române (CEAR). Alegerea tematicii simpozionului se explică prin faptul că în domeniul reţelelor electrice de foarte înaltă tensiune se constată, în ultimul timp, tendinţa tot mai accentuată de a reduce costul investiţiilor, paralel cu menţinerea şi chiar creşterea fiabilităţii acestor reţele. Realizarea acestor deziderate a fost posibilă prin apariţia de noi materiale izolante, mai performante, care au permis construirea de echipamente electrice de foarte înaltă tensiune de dimensiuni mai reduse şi cu o funcţionare mai sigură. Totodată, s-au realizat echipamente de protecţie contra supratensiunilor sau echipamente de control sau de comandă cu caracteristici superioare. Recurgerea la încercări experimentale la tensiuni din ce în ce mai înalte şi cu mijloace de investigaţie superioare, precum şi utilizarea unor modele de calcul analitic mai complexe, bazate pe o mai bună cunoaştere a unor fenomene, a permis reducerea dimensiunilor liniilor şi staţiilor electrice de foarte înaltă tensiune, mărind, totodată, fiabilitatea acestor instalaţii.

Paralel cu cele menţionate, problema reţelelor electrice de înaltă tensiune prezintă un interes deosebit în cazul dezvoltării interconexiunii dintre sisteme energetice naţionale, problemă care se va pune cu tot mai multă pregnanţă în viitor.

Toate aceste considerente impun necesitatea unor analize, unui schimb de opinii dintre specialiştii din ţară sau străinătate.

Lucrările simpozionului s-au desfăşurat pe şapte secţii, şi anume: • materiale şi tehnologii; • aparataj de comutaţie şi transformatoare; • reţele electrice aeriene şi în cablu-staţii electrice de transformare; • competiţia între transportul în curent alternativ şi curent continuu; • supratensiuni şi mijloace de protecţie; • conducerea şi automatizarea sistemelor electroenergetice; • compatibilitatea ambientală.

În cadrul acestor secţii s-au prezentat circa 90 lucrări, marea lor majoritate la un nivel ridicat. Prezentările lucrărilor au fost urmate, practic în toate cazurile,de ample discuţii.

La lucrările simpozionului au participat circa 180 de specialişti, cadre didactice universitare, reprezentanţi ai institutelor de cercetare şi proiectare (ICEMENERG, ISPE, ICPE) reprezentanţi ai GTDEE, filiale regionale de electricitate, RENEL. Totodată au fost prezenţi sau au trimis lucrări specialişti din Canada, Belgia, Franţa, Norvegia, Ungaria, Republica Moldova, Rusia.

La încheierea lucrărilor, considerându-se că simpozionul a constituit o manifestare care a prezentat interes şi care este, totodată, utilă, s-a propus ca ea să aibă loc cu regularitate la fiecare doi ani.

Succesul simpozionului s-a datorat în bună parte şi bunei sale organizări, la care au contribuit G. T. D. E. E., ICEMENERG, F. R.E. Sibiu.

Prof. dr. ing. Gleb Drăgan

x x x

Clubul Filatelic ENERGIA ne informează:

Clubul filatelic ENERGIA Bucureşti (preşedinte Sdirea Romulus) a iniţiat şi a lansat un plic şi o ştampilă specială cu tematică ocazionată de lucrările simpozionului desfăşurat la Sibiu în perioada 31 mai - 2 iunie 1995 cu tema **Reţelele de foarte înaltă tensiune** cu participare internaţională, organizat de Comisia de Energetică a Academiei Române, ICEMENERG şi FRE Sibiu.

DETERMINAREA SCHEMEI DEBUCLATE DE FUNCŢIONARE PENTRU REŢELELE ELECTRICE URBANE DE DISTRIBUŢIE

as. ing. VIRGIL DUMBRAVĂ; prof. dr. ing. THEODOR MICLESCU; conf. dr. ing. GABRIEL BAZACLIU *

În lucrare sunt prezentate două algoritme, unul optimal şi unul euristic, pentru determinarea schemelor debuclate de funcţionare ale reţelelor electrice urbane de distribuţie.

Modelul matematic folosit conţine un set de restricţii tehnologice, precum şi un set de restricţii de exploatare, iar funcţia obiectiv al cărui minim se caută exprimă valoarea pierderilor de putere activă în reţea.

Programele de calcul realizate pe baza celor două algoritme au fost testate pe patru reţele, fiind prezentate şi analizate rezultatele obţinute.

The paper presents two algorithms, one optimal and the other one heuristic, for determining the minimum loss configuration of an open loop distribution network.

The mathematical model contains a set of technological constraints and a set of exploiting contraints.

The programs developed have been tested on four networks for which the results are presented and analyzed.

Descriptori: reţea electrică de distribuţie, schemă de funcţionare, reducerea pierderilor, algoritme

Introducere

Deoarece reţelele electrice de distribuţie de medie şi joasă tensiune construite în configuraţie buclată funcţionează debuclat (în scheme radiale sau arborescente), s-a pus problema determinării schemei de funcţionare optime dintre toate schemele posibile.

Totodată, modificările consumurilor în noduri, precum şi indisponibilităţile apărute în reţea datorită avariilor, fac necesară stabilirea schemei de funcţionare optime de mai multe ori pe parcursul unui an pentru o exploatare cât mai economică a reţelei.

Pornind de la analogia ce se poate stabili între o *reţea electrică* având **noduri şi laturi** şi un *graf neorientat conex* având **vârfuri şi muchii,** folosind noţiuni din teoria grafurilor, precum şi metode ale cercetării operaţionale, în cadrul Laboratorului de Optimizări din Facultatea de Energetică a Universităţii "Politehnica" din Bucureşti au fost elaborate, începând din anul 1988, algoritme şi programe de calcul pentru determinarea schemelor arborescente de funcţionare cu pierderi minime ale reţelelor construite buclat. Aceste preocupări au constituit obiectul mai multor contracte de cercetare şi au fost expuse în articole şi comunicări ştiinţifice [1,2].

1. Evoluţia metodelor de determinare a schemelor arborescente de funcţionare

Metoda de determinare a schemelor arborescente de funcţionare folosită în mod curent în România este prezentată în [3] şi constă în stabilirea punctelor de secţionare în reţeaua buclată, pe baza calculelor de circulaţie a puterii. Sunt deconectate elementele din reţea prin care tranzitul este cel mai redus, pentru a obţine debuclarea reţelei, precum şi o circulaţie de puteri

* Facultatea de Energetică, Universitatea Politehnica, Bucureşti

cât mai apropiată de cea existentă în cazul funcţionării buclate, când pierderile din reţea sunt minime. O perfecţionare a acestei metode este realizată în [4], calculul circulaţiei puterilor făcându-se pentru reţeaua reprezentată numai prin rezistenţele sale.

În [5] se prezintă o metodă asemănătoare, diferenţa constând în faptul că, după un prim calcul al circulaţiilor de curenţi prin reţeaua buclată, se deconectează numai latura cu cel mai mic tranzit. Pentru noua reţea obţinută se recalculează circulaţia de curenţi, deconectând din nou latura cu cel mai mic tranzit. Se procedează în acest mod până la obţinerea unei scheme arborescente.

Pornind de la caracterul arborescent al reţelelor debuclate, au fost elaborate metode prin care schema de funcţionare nu mai rezultă prin deconectarea unor laturi din reţeaua buclată, ci:

- considerând o schemă debuclată de funcţionare dată de utilizator, se caută o schemă mai bună prin conectarea unor laturi şi deconectarea altora, astfel încât să se păstreze structura arborescentă a reţelei (metode euristice de tip "branch exchange") [6];
- se construieşte schema arborescentă de funcţionare plecând din nodul sursă al reţelei, conectând pe rând câte o latură până când sunt conectate la nodul sursă toate celelalte noduri ale reţelei [7].

Nu se demonstrează, însă, pentru nici una din aceste metode faptul că schema arborescentă de funcţionare obţinută are pierderile minime corespunzătoare modului debuclat de funcţionare al reţelei şi nici nu este determinată abaterea metodei faţă de aceste pierderi minime.

2. Terminologie

Graf neorientat: o pereche ordonată G = (V, U), unde V este o mulţime finită şi nevidă de elemente numite vârfuri , iar U este o mulţime de perechi neordonate de elemente distincte ale lui V, numite muchii.

Graf parţial: un graf P = (V, M), cu M⊂ U.

Lanţ: o succesiune de muchii de forma (i_1, i_2), (i_2, i_3), ..., (i_{n-1}, i_n) notată prescurtat $(i_1, i_2, ..., i_n)$.

Graf conex: un graf neorientat astfel încât oricare două vârfuri ale sale sunt unite prin cel puţin un lanţ.

Graf complet: un graf în care fiecare vârf este unit cu toate celelalte vârfuri.

Arbore: graf neorientat, conex şi fără bucle. Dacă arborele reprezintă graful parţial al unui graf dat, mulţimea muchiilor U/M formează un *coarbore.* Muchiile unui arbore se numesc *ramuri,* iar muchiile ce formează coarborele se numesc *coarde.*

Arbore parţial: se numeşte arbore parţial al grafului G = (V, U), un graf parţial T = (V, U'), U'⊆ U, care este arbore.

3. Modelarea reţelei electrice de distribuţie

Reţeaua electrică de distribuţie va fi modelată prin graful conex şi neorientat asociat ei. Elementele acestui graf sunt:

- *vârfurile,* reprezentând barele de medie tensiune ale staţiilor de transformare ÎT/MT, barele punctelor de alimentare şi ale posturilor de transformare MT/JT, precum şi cutiile de derivaţie la consumatori;
- *muchiile* care leagă între ele aceste vârfuri şi care pot reprezenta linii electrice de medie şi joasă tensiune, precum şi transformatoare MT/JT.

Unei scheme debuclate de funcţionare îi corespunde, conform terminologiei din teoria grafurilor, un arbore parţial, având vârful rădăcină în nodul în care se află sursa de alimentare a reţelei.

În funcţie de reţeaua considerată, posturile de transformare pot fi surse de alimentare când reţeaua este de joasă tensiune, sau putem avea puncte de alimentare şi posturi de transformare tratate drept consumatori într-o reţea de medie tensiune. Într-o reţea combinată de medie şi joasă tensiune, punctele de alimentare vor fi tratate drept vârfuri intermediare, iar posturile de transformare MT/JT vor fi tratate drept muchii.

Se vor considera următoarele ipoteze:

- reţeaua electrică de distribuţie funcţionează în regim permanent trifazat simetric;
- elementele reţelei sunt reprezentate prin dipoli cu parametri concentraţi;
- consumatorii sunt reprezentaţi prin curenţi constanţi corespunzători consumului maxim.

4. Modelul matematic utilizat

Reamintim faptul că modelul matematic al oricărei probleme optimizabile este format din două părţi:

a) *funcţia obiectiv* -o funcţie de variabilele problemei, care urmează să ia o valoare extremă (minimă sau maximă);

b) *sistemul restricţiilor,* care exprimă condiţii tehnice şi economice în care se rezolvă problema optimizabilă.

Prin *soluţie* a problemei optimizabile se înţelege un sistem de valori ale variabilelor care verifică sistemul restricţiilor. Prin *soluţie optimă* se înţelege soluţia care face extremă funcţia obiectiv.

Funcţia obiectiv utilizată exprimă pierderile de putere activă în reţea:

$$[\mathrm{MIN}]_p = \sum_{(i,j)\in L} 3R_{(i,j)}I^2(i,j)^{\alpha}(i,j), \qquad (1)$$

unde:

p reprezintă valoarea pierderilor de putere activă în reţea:

(i,j) - extremităţile unei linii a reţelei;

L - mulţimea liniilor reţelei;

$I_{(i,j)}$ - intensitatea curentului electric pe linia (i, j), corespunzător vârfului de sarcină;

$R_{(i,j)}$ - rezistenţa electrică a liniei *(i,j);*

$\alpha_{(i,j)}$ - variabilă binară, având valoarea 1 sau 0, după cum linia *(i,j)* este în funcţiune sau nu.

Sunt considerate două categorii de restricţii, şi anume:

A) Restricţii de exploatare

R_1: $\sum_{(i,j)\in L} \alpha(i,j) = N-1, N$ fiind numărul nodurilor reţelei;

R_2 : între două noduri oarecare ale reţelei trebuie să existe o legătură formată din linii în funcţiune;

R_3 : în regim normal să poată fi impusă sau interzisă funcţionarea unor anumite linii.

Restricţia R_1 reflectă necesitatea structurii arborescente a schemei de funcţionare, R_2 asigură alimentarea tuturor consumatorilor, iar R_3 ţine cont de indisponibilităţile din reţea.

B) Restricţii tehnologice

R_4: $I_{(i,j)} \le I_{\max.(i,j)}, \forall (i,j) \in L;$

R_5: $\Delta U_j \le \Delta U_{adm}, \forall j \in J,$

unde:

ΔU_j reprezintă căderea de tensiune în nodul *j*;

J - mulţimea nodurilor reţelei

$I_{\max.(i,j)}$ - valoarea curentului maxim admisibil pe linia *(i,j);*

ΔU_{adm} - căderea de tensiune admisibilă.

5. Algoritm optimal - Algoritm euristic

Algoritmele folosite la rezolvarea problemelor de optimizare pot fi clasificate, în funcţie de calitatea soluţiei furnizate, în:

- algoritme pe baza cărora se poate determina soluţia optimă (cea mai bună), numite şi *algoritme optimale,* optimalitatea soluţiei putând fi demonstrată;

-*algoritme euristice,* care permit obţinerea unei soluţii a cărei optimalitate nu se poate demonstra.

Algoritmele optimale la rândul lor pot fi împărţite, din punctul de vedere al modului în care se determină soluţia optimă, astfel:

- algoritme care ajung la soluţia optimă pe baza unei cercetări exhaustive în spaţiul soluţiilor, fiind aleasă dintre toate soluţiile posibile cea care minimizează sau maximizează funcţia obiectiv (FO) pentru problema considerată;

- algoritmele în care se porneşte de la o soluţie iniţială care este continuu îmbunătăţită printr-un proces iterativ (numărul iteraţiilor fiind influenţat de calitatea soluţiei iniţiale) până la obţinerea soluţiei optime.

Dacă pentru rezolvarea unei probleme nu se poate construi un algoritm a cărui optimalitate să poată fi demonstrată sau dacă timpul de calcul necesar unui algoritm optimal este prea mare, se folosesc algoritme euristice. Algoritmele euristice restrâng cercetarea în spaţiul soluţiilor cu preţul unei deviaţii faţă de soluţia optimă.

6. Determinarea schemei arborescente de funcţionare

Pentru determinarea schemei arborescente de funcţionare în cazul reţelelor electrice urbane

de distribuţie au fost elaborate două algoritme, unul optimal - SCAR 8 şi unul euristic - EURIST.

6.1. Algoritmul SCAR 8

Schema optimă de funcţionare debuclată a unei reţele electrice de distribuţie corespunde unuia dintre arborii parţiali ce se pot forma în graful echivalent reţelei considerate. Calculând pentru fiecare arbore parţial valoarea funcţiei obiectiv (1), va exista un arbore parţial pentru care această valoare este minimă. Acest arbore parţial va reprezenta soluţia optimă căutată, respectiv schema arborescentă optimă.

Pornind de la aceste considerente, a fost realizat algoritmul SCAR 8, care determină soluţia optimă folosind o metodă de căutare cu revenire (backtracking), pentru generarea fără repetiţie a tuturor arborilor parţiali ai unui conex.

Organigrama algoritmului SCAR 8 este prezentată în figura 1, iar etapele sale sunt următoarele:

E1. generarea fără repetiţie (GAP), a tuturor celor NrAP arbori parţiali ai grafului conex dat;

E2. prelucrarea pe rând a câte unui arbore parţial, astfel:

E2.1. determinarea legăturilor de tipul TATĂ-FIU între vârfurile arborelui;

E2.2. ordonarea vârfurilor arborelui pe niveluri pornind de la vârful rădăcină (sursa de alimentare a reţelei), vârf care este plasat pe nivelul 0;

E2.3. calculul circulaţiei de curenţi prin ramurile arborelui (CIRCULAŢII);

E3. verificarea restricţiilor tehnologice:

E3.1. verificarea restricţiei R4. Dacă este îndeplinită se trece la E3.2, dacă nu, se revine la E2 pentru prelucrarea unui alt arbore;

E3.2. verificarea restricţiei R5. Dacă este îndeplinită se trece la E4, dacă nu, se revine la E2 pentru prelucrarea unui alt arbore;

E4. calculul pierderilor de putere activă în arbore (CALCPIER). Dacă valoarea pierderilor este inferioară valorilor calculate anterior, ea este reţinută împreună cu arborele corespunzător. Dacă nu, se revine la E2 pentru prelucrarea unui alt arbore. Algoritmul SCAR 8 poate fi extins pentru a se determina şi schema arborescentă cu pierderile maxime. Vor putea fi astfel stabiliţi următorii indicatori [2]:

- valoarea medie probabilă a câştigului obţinut prin optimizare;
- valoarea maximă posibilă a câştigului obţinut prin optimizare;
- limita maximă a pierderilor de putere pentru funcţionarea cu schema arborescentă cea mai defavorabilă.

Acest algoritm optimal, deşi neperformant datorită timpului îndelungat de calcul necesar pentru generarea şi cercetarea tuturor soluţiilor posibile, este util cel puţin pentru:

- determinarea valorii minime a funcţiei obiectiv (1);
- verificarea rezultatelor furnizate de algoritme euristice.

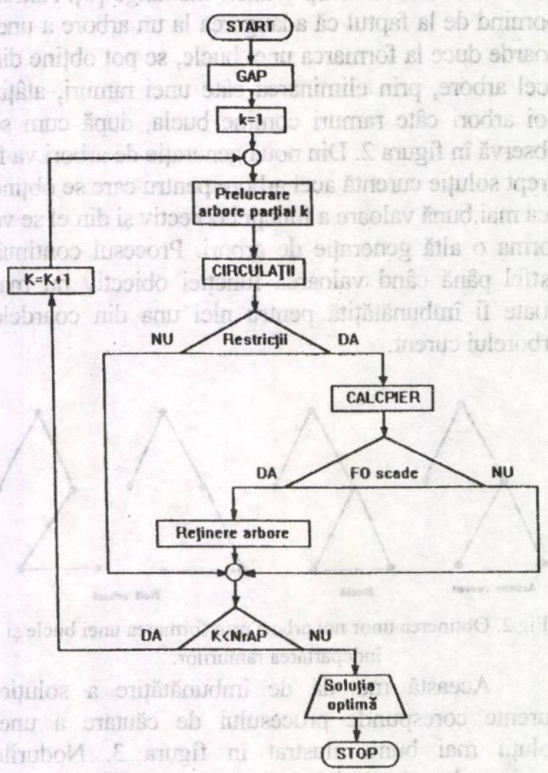


Fig.1. Organigrama algoritmului optimal.

6.2. Algoritmul EURIST

Algoritmul EURIST a fost elaborat după regula generală de elaborare a algoritmelor euristice, divizând procesul de căutare a soluţiei în etape succesive, fiecare etapă fiind rezolvată optimal - procedeu denumit *suboptimizare*. O asemenea metodă nu poate însă garanta obţinerea în final a soluţiei optime pentru întreaga problemă.

Algoritmul EURIST funcţionează după următoarea strategie:

P 1 - este determinată soluţia iniţială;

P 2 - se îmbunătăţeşte soluţia curentă, soluţia îmbunătăţită devenind apoi noua soluţie curentă;

P 3 - se repetă pasul P2 până când nu se mai poate aduce nici o îmbunătățire soluției curente, aceasta devenind soluție finală.

Soluția inițială a problemei descrise de modelul matematic prezentat la pct.4 este o schemă arborescentă căreia îi corespunde un *arbore parțial inițial*. Acest arbore este construit pe baza algoritmului lui Prim [8] de determinare a arborelui parțial de cost minim, considerând drept "cost" atașat unei muchii rezistența sa electrică.

Îmbunătățirea soluției curente se realizează pe baza unei metode de tip *branch exchange* [6]. Astfel, pornind de la faptul că adăugarea la un arbore a unei coarde duce la formarea unei bucle, se pot obține din acel arbore, prin eliminarea câte unei ramuri, atâția noi arbori câte ramuri conține bucla, după cum se observă în figura 2. Din noua generație de arbori va fi drept soluție curentă acel arbore pentru care se obține cea mai bună valoare a funcției obiectiv și din el se va forma o altă generație de arbori. Procesul continuă astfel până când valoarea funcției obiectiv nu mai poate fi îmbunătățită pentru nici una din coardele arborelui curent.

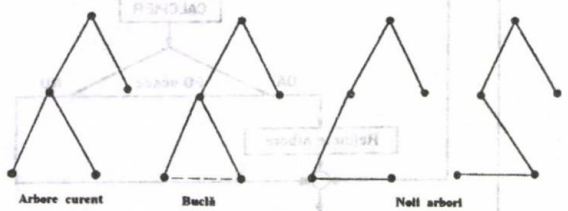


Fig.2. Obținerea unor noi arbori prin formarea unei bucle și îndepărtarea ramurilor.

Această metodă de îmbunătățire a soluției curente corespunde procesului de căutare a unei soluții mai bune, ilustrat în figura 3. Nodurile corespund unei soluții la care se ajunge printr-o latură etichetată cu valoarea funcției obiectiv a acelei soluții, iar G1, G2 și G3 reprezintă generații succesive de soluții studiate. Cu linie groasă este marcată traiectoria rezultată prin alegerea din fiecare nouă generație de soluții a celei bune dintre ele.

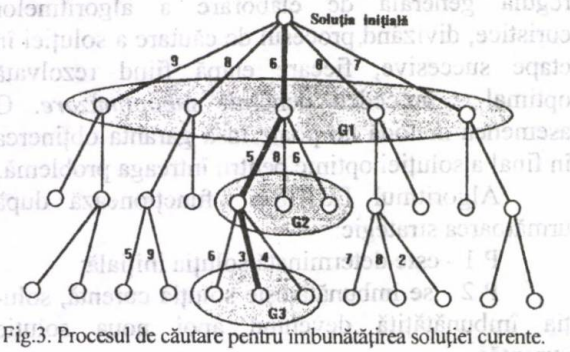


Fig.3. Procesul de căutare pentru îmbunătățirea soluției curente.

Se observă că are loc o restrângere a procesului de căutare, ceea ce poate face ca de multe ori soluția finală obținută să reprezinte de fapt un optim zonal.

Au fost realizare succesiv două metode de îmbunătățire a soluției curente, metode ce diferă între ele prin modul de stabilire a coardelor ca care vor fi formate buclele. Este vorba de *metoda limitativă*, la care sunt introduse în arborele curent numai coardele corespunzătoare soluției inițiale, respectiv de *metoda evolutivă*, la care se introduc în arborele curent coardele corespunzătoare lui.

Metoda limitativă are o mare dependență față de soluția inițială, posibilitățile de a fi formați noi arbori parțiali fiind limitate și depinzând strict de coardele rezultate pentru soluția inițială. În plus, procesul de îmbunătățire a soluției curente nu se oprește în mod natural, prin determinarea unei soluții mai bune decât cea curentă, ci se oprește datorită epuizării listei coardelor. De aceea, soluția finală obținută prin această metodă poate avea cel mult L-N+1 ramuri diferite față de arborele inițial, L-N+1 fiind numărul coardelor într-un graf conex având N vârfuri și L muchii. Totodată, și numărul generațiilor de arbori parțiali cercetate este limitat la cel mult L-N+1.

Pornind de la observațiile de mai sus a fost căutată o altă metodă de îmbunătățire a soluției curente, în care cercetarea spațiului soluțiilor să nu mai fie atât de restrânsă, fără ca cercetarea să devină însă exhaustivă.

Modalitatea găsită constă în actualizarea în permanență a listei coardelor. Astfel, dacă prin introducerea coardei C în arborele curent și prin eliminarea ramurei R se ajunge la îmbunătățirea soluției, coarda C va fi exclusă din lista coardelor, pe poziția ei fiind inserată fosta ramură R. În acest mod lista coardelor își modifică mereu componența pe măsura evoluției procesului de căutare. Procedând în acest mod se obțin următoarele avantaje:

- procesul de căutare nu mai este limitat la cele L-N+1 coarde ale arborelui inițial;
- slăbește dependența soluției finale față de soluția inițială;
- pot fi cercetate mai mult de L-N+1 generații de arbori parțiali.

Ambele metode pot funcționa în două variante, și anume:

- varianta V1: după o modificare a soluției curente, se continuă cu următoarea coardă din lista coardelor, contorul coardelor, CONC luând valoarea CONC+1 (fig.4). În acest mod, înlocuirea

coardei C prin fosta ramură R în lista coardelor, precum şi a restului coardelor de pe poziţiile 1,..., CONC+1 nu mai poate contribui la îmbunătăţirea soluţiei curente.

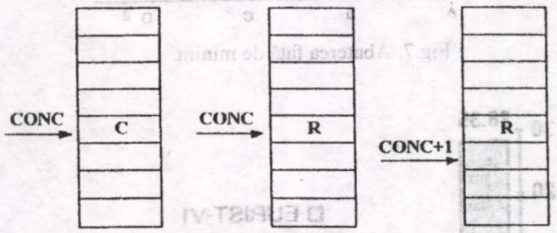


Fig.4. Parcurgerea listei coardelor în varianta V1.

- varianta V2: după o modificare a soluţiei curente, lista coardelor este cercetată de la început (CONC=1).

Organigrama algoritmului este prezentată în figura 5, fiind evidenţiate deosebirile dintre cele două metode de îmbunătăţire a soluţiei curente.

7. Implementarea algoritmelor

Pe baza celor două algoritme prezentate au fost realizate două programe de calcul în limbaj PASCAL pe un calculator din clasa IBM PC -AT.

Programul SCAR 8 poate determina, în plus faţă de algoritmul expus, numărul total de arbori parţiali ce pot fi construiţi într-un graf, verificându-se astfel buna funcţionare a metodei de generare a tuturor arborilor parţiali.

Programul EURIST funcţionează conform metodei evolutive, cu posibilitatea parcurgerii listei coardelor în continuare sau de la început, în funcţie de opţiunea utilizatorului. Pot fi studiate cu acest program reţele având dimensiunile maxime de 800 de noduri şi 800 de laturi.

Ambelor programe le sunt necesare următoarele date de intrare:

- numărul de vârfuri ale grafului asociat reţelei studiate;
- numărul de muchii ale aceluiaşi graf;
- tensiunea nominală a reţelei şi limitele între care poate varia;
- consumurile în nodurile reţelei;
- muchiile grafului şi caracteristicile lor (rezistenţa şi curentul maxim admisibil).

Rezultatele furnizate de cele două programe sunt:

SCAR8: cele mai bune scheme arborescente (schema optimă plus următoarele în ordinea valorii funcţiei obiectiv) conform numărului specificat de utilizator, precum şi cea mai defavorabilă schemă arborescentă de funcţionare.

EURIST : schemele arborescente determinate în cele două faze ale algoritmului, respectiv schema iniţială şi schema finală.

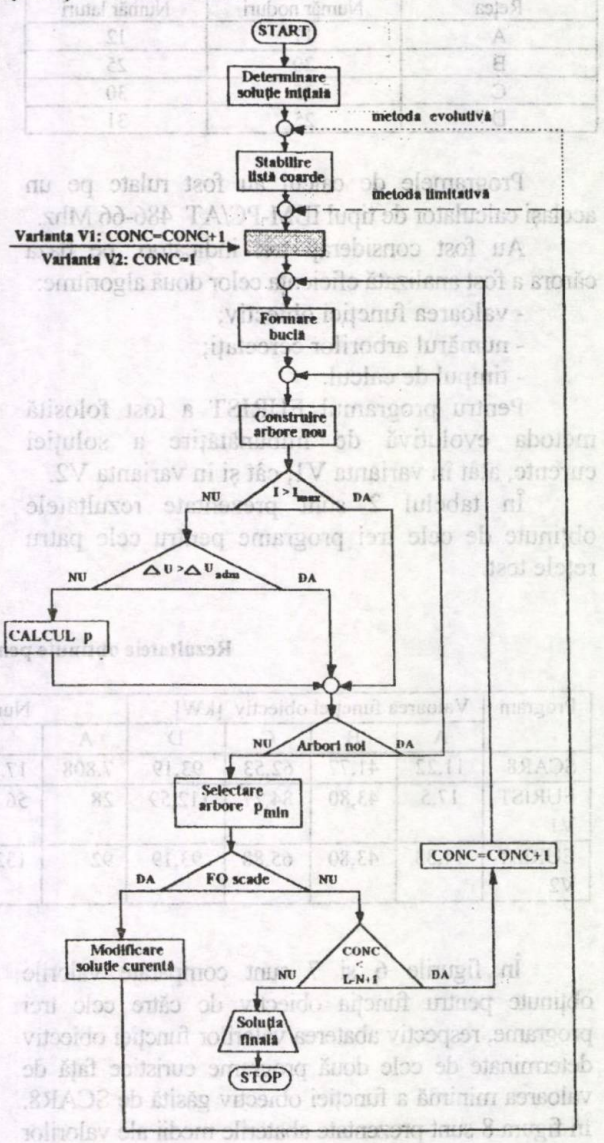


Fig.5. Organigrama algoritmului EURIST.

Arborii parţiali generaţi în cadrul programului SCAR8 sunt memoraţi într-un fişier, de unde pot fi examinaţi ulterior şi de alte programe de calcul sau pentru alte condiţii de exploatare a reţelei (de exemplu modificarea consumurilor în noduri).

8. Eficienţa algoritmelor

Pentru a putea studia eficienţa algoritmului optimal, precum şi a celui euristic, programele de

calcul realizate pe baza acestor algoritme au fost testate pe un număr de patru reţele. În tabelul 1 sunt prezentate dimensiunile acestor reţele.

Tabelul 1

Dimensiunile reţelelor test

Reţea	Număr noduri	Număr laturi
A	11	12
B	20	25
C	25	30
D	25	31

Programele de calcul au fost rulate pe un acelaşi calculator de tipul IBM-PC/AT 486-66 Mhz.

Au fost consideraţi trei indicatori, pe baza cărora a fost analizată eficienţa celor două algoritme:

- valoarea funcţiei obiectiv;
- numărul arborilor cercetaţi;
- timpul de calcul.

Pentru programul EURIST a fost folosită metoda evolutivă de îmbunătăţire a soluţiei curente, atât în varianta V1, cât şi în varianta V2.

În tabelul 2 sunt prezentate rezultatele obţinute de cele trei programe pentru cele patru reţele test.

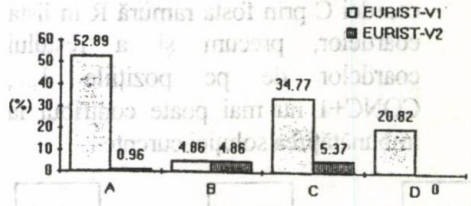


Fig.7. Abaterea faţă de minim.

Fig.8. Abaterea medie faţă de minim.

Numărul arborilor parţiali cercetaţi este mult mai redus în cazul programelor EURIST decât în cazul programului SCAR8 (în medie sub 1 %), aspect care este prezentat în figura 9.

Tabelul 2

Rezultatele obţinute pentru cele patru reţele testate

Program	Valoarea funcţiei obiectiv [kW]				Număr arbori cercetaţi				Timp de calcul [s]			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
SCAR8	11,22	41,77	62,53	93,19	7.808	17.244	33.840	139.536	68	2.543	35.476	179.894
EURIST V1	17,5	43,80	84,27	112,59	28	56	53	54	2	8	8	8
EURIST V2	11,33	43,80	65,88	93,19	92	132	95	225	3	13	14	21

În figurile 6 şi 7 sunt comparate valorile obţinute pentru funcţia obiectiv de către cele trei programe, respectiv abaterea valorilor funcţiei obiectiv determinate de cele două programe euristice faţă de valoarea minimă a funcţiei obiectiv găsită de SCAR8. În figura 8 sunt prezentate abaterile medii ale valorilor funcţiilor obiectiv determinate cu programele EURIST-V1 şi EURIST- V2 faţă de valorile minime.

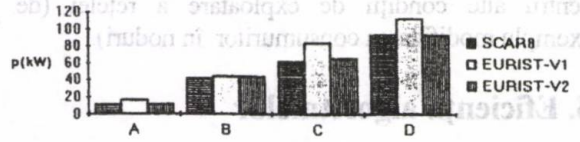


Fig.6.Valoarea funcţiei obiectiv.

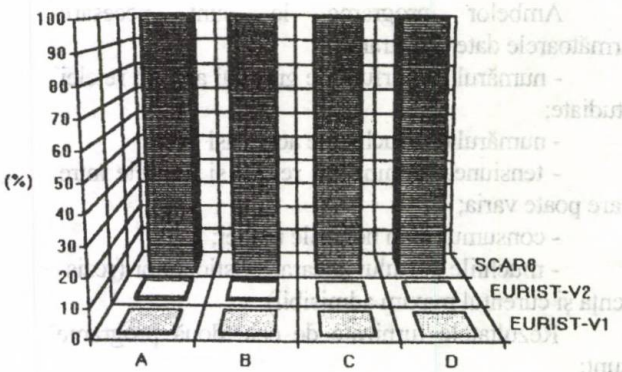


Fig.9. Arborii parţiali cercetaţi pentru reţelele testate.

9. Comportarea algoritmelor EURIST în reţelele reale

Numărul arborilor parţiali ce pot fi construiţi într-un graf conex având N vârfuri este de N^{N-2}, dacă graful este complet, şi descreşte pe măsura îndepărtării de graful complet.

Graful conex asociat reţelelor electrice de distribuţie reale nu îndeplineşte condiţia de a fi graf complet, neexistând foarte multe din cele C_N^2 legături directe posibile între cele N vârfuri ale sale, ceea ce va duce la obţinerea unui număr redus de arbori parţiali.

Cele patru reţele de test prezentate în tabelul 1 sunt reţele complex buclate şi au fost alese datorită numărului mult mai mare de arbori parţiali ce pot fi studiaţi în cadrul lor decât în cazul reţelelor reale, având acelaşi număr de noduri şi de laturi.

Deoarece algoritmul EURIST este influenţat nu atât de dimensiunile reţelei (număr de noduri şi număr de laturi), cât mai ales de numărul arborilor parţiali posibili, este de aşteptat ca cl să furnizeze soluţii la fel de bune şi în cazul reţelelor reale de dimensiuni mari.

Concluzii

Din analiza rezultatelor obţinute pe cele patru reţele de test se poate considera că varianta V2 a programului EURIST are cea mai bună comportare, determinând, într-un interval de timp de ordinul secundelor, o soluţie care pentru cele patru reţele studiate a diferit în medie cu mai puţin de 3 % faţă de soluţia optimă.

Considerăm că algoritmul şi programul de calcul EURIST pot fi utile în activitatea de exploatare a reţelelor electrice urbane de distribuţie, datorită capacităţii lor de a contribui la reducerea pierderilor prin determinarea unei scheme de funcţionare având pierderile aproape minime, precum şi datorită faptului că pot fi folosite la reconfigurarea schemei de funcţionare în cazul avariilor sau al modificărilor consumurilor.

BIBLIOGRAFIE

[1] Dumbravă, V., Miclescu, Th., Bazacliu, G. *Schéma arborescent optimal sur les réseaux électrique de distribution.* In: Revue Roumaine des Sciences Techniques, série Électrotechnique et Énergétique, nr.4, 1994.

[2] Dumbravă, V., Miclescu, Th., Bazacliu, G. *Méthode heuristique pour la recherche du schéma d'exploitation arborescent sur les réseaux électriques de distribution.* In: Revue Roumaine des Sciences Techniques, série Électrotechnique et Énergétique, nr.1, 1995.

[3] Iacobescu, Gh., Iordănescu, I., Tudose, M. *Reţele şi sisteme electrice,* Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1979.

[4] Albert, H. *Pierderi de putere şi energie în reţele electrice,* Editura Tehnică, Bucureţti, 1984.

[5] Merlin, A., Back, H. *Recherche d'un schéma d'exploitation arborescent a pertes minimales dans un réseau de distribution MT urbain.* In: RGE, tome 85, nr.2, 1976.

[6] Hertz, A., Giraud, D., Faust, C. *CORALI, un modèle pour la recherche de schémas d'exploitation sur les réseaux de distribution moyenne tension.* In: RGE, tome 89, nr. 2, 1980.

[7] Glamocanin, V. *Optimal loss reduction of distribution networks.* In: IEEE Transactions on Power Systems, vol. 5, nr.3, 1990.

[8] Livovschi, L., Georgescu, H. *Sinteza şi analiza algoritmilor,* Editura Ştiinţifică şi Enciclopedică, Bucureşti, 1986.

Referent: ing. Corneliu Pâslaru - GTDEE-RENEL

(Primit la 17 mai 1995, acceptat la 28 iunie 1995)

Recenzii

PATTERSON WALT:

Rebuilding Romania. Energy Efficiency and the Economic Transition. Ed. Earthscan Publications Ltd. London 1994

Volumul cu titlul de mai sus a apărut de curând şi a fost elaborat în cadrul programului **Energy and Environmental** din "The Royal Institute of International Affairs". Autorul este un specialist din Marea Britanie, prieten al României. Lucrarea se bazează pe rezultatele unei cercetări valoroase privind eficienţa industriei energiei în ţara noastră. La întocmirea acestei cercetări au colaborat şi specialişti români de la ICEMENERG: Jean Constantinescu, Magdalena Cuciureanu, Alexandru Florescu, Călin Mihăileanu, Gabriel Poenaru şi Vasile Rugină, precum şi de la ARCE: Violeta Kogălniceanu.

Desigur, autorul s-a consultat şi cu alţi specialişti sau factori de decizie din instituţiile şi companiile româneşti, dar, la parcurgerea textului, se simte punctul de vedere personal al unui om cu mentalitatea obişnuită în ţările din Vest, unde eficienţa oricărei activităţi este în prim plan.

Autorul demonstrează calităţi de cercetător, dar în acelaşi timp îşi etalează disponibilităţile de narator, astfel încât lectura cărţii devine o plăcere pentru oricine se încumetă să o deschidă.

Aşa cum spune unul dintre recenzorii săi: ". . . autorul nu a renunţat la bagajul vestic privind omnipotenţa economiei de piaţă..."* Cu toate că, în prefaţa sa la carte, Dr. Michael Grubb - şeful programului sus-menţionat, afirmă că: "He has sought to stimulate, translate and present the views of a member of Romanian experts... ", personalitatea autorului respiră pregnant din tot textul . Acesta încearcă o analiză cât mai obiectivă, făcută cu o privire binevoitoare, cu dorinţa de a scoate în evidenţă aspectele reale din trecut şi prezent, cu scopul vădit de a remedia ceea ce este necorespunzător şi a construi ceea ce este necesar.

Chiar de la începutul lucrării, autorul subliniază faptul că în România există un potenţial ştiinţific şi ingineresc şi că în domeniul energetic - baza necesară pentru ca România să devină un partener politic şi comercial în lume - există o echipă de experţi valoroşi şi capabili. Dar, prin politica impusă de Ceauşescu după 1982, şi anume independenţa energetică a României, sistemul energetic a suferit foarte mult. Autorul observă că principalele efecte au fost: reducerea rapidă a rezervelor de surse energetice naturale, imposibilitatea de a întreţine echipamentul din instalaţii din cauza reducerii la zero a importului etc. Consumatorii de energie, în special cei casnici, au început să fie întrerupţi pe perioade mari de timp etc.

În **capitolul I,** dl.Patterson prezintă o scurtă istorie a naţiunii noastre, pentru cei care o cunosc mai puţin. El cunoaşte faptul că teritoriul României se găseşte la intersecţia unor importante căi ale lumii.

Desigur, este foarte greu să selectezi evenimentele istorice şi culturale ale unei naţiuni şi să le prezinţi în câteva pagini. În lucrare, istoria medievală a Românilor se reduce la menţionarea domnitorilor Ştefan cel Mare, Mihai Viteazu şi Vlad Ţepeş "cunoscut în străinătate ca vampir sub numele de Dracula.." De asemenea, evenimentele culturale se limitează la momentele Eminescu, Eugen Ionescu, Brâncuşi şi Enescu ... Cred că este prea puţin pentru o naţiune izolată, care a stat în drumul năvălirilor barbare şi care numai prin acest fapt a amortizat impactul asupra vestului Europei. Este adevărat că în această istorie, autorul insistă mai mult asupra perioadei "moderne". Trecând peste momentul Cuza, când s-a făcut unirea celor două provincii, Moldova şi Muntenia, se tratează etapa monarhiei şi apoi a comunismului.

În subcapitolul 1.3., autorul trece pe un teren mai uşor abordabil. Este vorba de "Energia în România". El subliniază faptul că România a fost printre primele ţări din lume care a produs şi a comercializat ţiţeiul (1857), că Timişoara a fost primul oraş din Europa care a introdus iluminatul electric (1884), că podul de peste Dunăre (al cărui constructor, Saligny, era bine să fie menţionat) a fost la timpul său (1895) cel mai lung pod de cale ferată din Europa etc. Şi aici trebuie spus că autorul s-a limitat - în istoria energiei - la menţionarea cunoscutului profesor D. Leonida, care "a construit centrala Grozăveşti şi care în 1920 a înfiinţat prima şcoală pentru mecanici şi electricieni ...".

Din păcate, numele altor mari savanţi şi specialişti români din domeniul energeticii, recunoscuţi pe plan mondial, precum şi multe instituţii (fosta Şcoală de poduri şi şosele, institutele de electrotehnică etc. din Bucureşti, Iaşi, Cluj, Timişoara) nu apar în lucrare.

În continuare se face o analiză critică a politicii energetice din perioada comunismului. Autorul subliniază, corect, faptul că Uniunea Sovietică ar fi vrut ca România să rămână o ţară agricolă, ca o bază puternică pentru alimentarea zonei de est a Europei. "Comuniştii români au avut totuşi o altă părere, pornind de la lozinca lui Lenin că, de fapt, comunism înseamnă puterea sovietică plus electrificarea întregii ţări ...". Conducerea politică de atunci, afirmă autorul, s-a angajat

* Graham Stein, în Safe Energy, 03 1994/1995.

într-o industrializare accelerată şi ca urmare, efectul asupa industriei energetice, ca şi asupra economiei româneşti în ansamblu, a fost catastrofal. Ceaşescu a dispus exportul masiv al petrolului românesc de calitate superioară şi importul simultan al petrolului de calitate scăzută din Irac. Dezvoltarea rafinăriilor din ţară a făcut ca România să se transforme, dintr-un exportator important de energie, în importator. Cu toate scăderile din politica energetică şi valorificarea resurselor, autorul observă că specialiştii români din domeniul energiei pot privi cu mulţumire spre trecutul energetic al ţării nu numai pentru perioada antebelică, dar şi pentru intervalul 1960 - 1970, astfel încât ţara noastră să poată fi considerată ca făcând parte dintre liderii din domeniul energetic şi al tehnologiilor energetice.

În **capitolul II,** autorul tratează perioada de după decembrie 1989. Titlul capitolului poartă amprenta speranţei acestuia : **Starting to rebuild - Inceperea reconstrucţiei** . Desigur, autorul a avut dificultăţi în prezentarea obiectivă a prezentului, cu atât mai mult cu cât trăieşte într-o ţară în care oamenii au parcurs un alt drum. El consideră că mentalitatea investitorilor străini este "normală". Vorbind despre discuţiile şi contribuţiile posibile ale diferitelor organizaţii internaţionale ca World Bank, International Monetary Fund (IMF), European Bank for Reconstruction and Development (EBRD) şi alte instituţii europene sau mondiale, autorul subliniază faptul că ajutoarele necesare apar greu şi încet, în parte *"because Romania's president was a one-time senior figure in Ceauşescu's government and because other old institutional structure was being altered only slowly ..."*

Dezordinea a crescut prin desfiinţarea fostei URSS şi descompunerea acesteia în părţi organizate pe criterii naţionale, încurajându-se izbucnirea diferitelor divergenţe înăbuşite sau stinse în trecut.*

Autorul vorbeşte, pe bună dreptate, despre necesitatea *"reconstruirii României, ceea ce este mai mult decât restructurare ... "*. El arată latura negativă a conceptului de libertate insuficient înţeles. *"Despite opposition protests, in December 1990 some 60 % of those Romanians who bothered to vote, approuved the proposed new constitution"*.

Încercarea autorului de a face o analiză politică a situaţiei din România de după 1990 este meritorie, cu toate dificultăţile pe care le-a întâmpinat în obţinerea datelor. Defecţiunile administraţiei actuale a ţării sunt mult mai profunde şi uneori mai ascunse şi, după părerea recenzentului, influenţele externe au fost insuficiente pentru a contribui la creşterea stabilităţii şi, ceea ce este foarte important, la creşterea nivelului de viaţă. În problemele de ajutor financiar, se mizează încă prea mult pe câştiguri foarte mari, pe termene scurte.

Autorul conchide că unul din elementele "cruciale" pentru reconstrucţia României este privatizarea, care prin natura ei impune disciplina de piaţă. Desigur, privatizarea trebuie "învăţată" - după atâţia ani de centralizare statală - şi ajustată masiv din exterior, de către ţările bogate, pe baza unor programe bine concepute.

Se consideră că în domeniul energiei, privatizarea va juca încă mult timp un rol mai mic. În câteva subcapitole, autorul tratează problema energiei, pornind de la începuturile ei în România, în trecut. Prima lege a energiei a fost activată în 1924, care preciza explicit că instalaţiile de producere, transport şi distribuţie a energiei erau "de jure" proprietatea statului, care le putea concesiona pentru perioade între 35 - 90 ani. Legea energiei a fost extinsă şi amendată în anii 1930 şi 1934, dar nu modificată fundamental. După cel de al doilea război mondial, România a intrat în sfera influenţei sovietice şi, ca şi alte industrii, cea a energiei a fost naţionalizată în 1948, anulându-se orice concesiune şi devenind o companie centralizată de stat. În momentul naţionalizării, tabloul general al energiei în România era următorul:

- alimentarea consumatorilor se făcea prin intermediul companiilor concesionare, locale,în general orăşeneşti, unele cu reţele extinse în localităţile satelite. Câteva companii aveau reţele electrice de transport mai extinse şi centrale electrice de putere mai mare (de exemplu Societatea de Gaz şi Electricitate din Bucureşti) SETA de la Sibiu şi alte câteva);
- în general fiecare companie şi-a achiziţionat instalaţiile de la diferiţi furnizori străini;
- caracteristicile tehnice aveau o diversitate foarte mare (tensiuni, tipuri, niveluri de putere, frecvenţe etc.);
- ca şi în ţările cu economii de piaţă se punea problema interconectării părţilor şi formării

* După părerea recenzentului, mentalitatea vestică de "nepăsare" privind evenimentele din răsăritul Europei, care a avut efecte dezastruoase după sfârşitul celui de-al doilea război mondial, nu s-a schimbat prea mult nici după prăbuşirea fostei URSS. În loc de o politică fermă de într-ajutorare rapidă pentru creşterea economică a ţărilor din Europa Centrală şi de Est, în scopul asigurării stabilităţii economice şi ca urmare a stabilităţii politice, se încurajează dezbinarea şi conflictele interne şi interetnice, care indiscutabil nasc antipatii faţă de lumea din Vest (a se vedea cazul Iugoslaviei, al ţărilor baltice etc.)

unor sisteme electroenergetice mai eficiente. Naţionalizarea din 1948 a favorizat această acţiune în România, care întâmplător a coincis cu acţiunile asemănătoare din Franţa, Italia, Marea Britanie etc.;

- planurile de electrificare au avut în primul rând caracter tehnic şi au fost pregătite de specialişti energeticieni de mare valoare. Puterea politică le-a acceptat, cu unele excepţii, practic, ca atare.

Autorul are perfectă dreptate când precizează (pag.36) că "*Romanian specialists often could not implement the technical measures they proposed ...* ". Această situaţie a devenit mai gravă odată cu fenomenele economice negative care au apărut după 1973 şi care s-au agravat după 1980, când conducerea politică a statului şi-a propus "independeţa energetică".

- S-au lansat şi aplicat diferite slogane politice privind "economia de energie".

- S-au făcut repetate întreruperi în alimentarea cu energie, în special la consumatorii casnici.

- Sistemul electroenergetic românesc a fost izolat de sistemele din ţările vecine şi s-a funcţionat neraţional, cu frecvenţe sub cea nominală, uneori ajungându-se la niveluri de frecvenţă de până la 45 Hz. Presiunea gazelor combustibile era sub limitele admisibile etc.

- Presiunile politice şi ingerinţele au devenit insuportabile. Au fost impuse şi forţate anumite soluţii tehnice (cazul centralei Anina sau chiar proiectele centralei nucleare de la Cernavodă). Datorită presiunilor politice forurile responsabile cu activităţile statistice au început să ascundă adevărul. De exemplu, s-a ajuns la absurditatea că pierderile din reţelele româneşti sunt de numai 4 - 5 %. Anul 1989 marchează şi următorii ani se caracterizează printr-o scădere dramatică a nivelului economic al ţării noastre şi ca urmare o scădere drastică a consumului de energie.

În **capitolul III** se prezintă noul cadru managerial din domeniul energiei şi instituţiile reprezentative: Ministerul Industriilor, RENEL, ARCE, RAL, ROMGAZ RA etc., autorul dovedind o bună informare.

Capitolul IV ridică problema tranziţiei financiare. O analiză competentă explică situaţia caracterizată prin actuala instabilitate a economiei româneşti, prin greve stresante şi alte presiuni de diferite naturi. Distrugerea sistemului de gospodării colective agricole a dus la reducerea catastrofală a producţiei agricole. Preţurile ridicate ale fertilizatorilor îndepărtează utilizatorii. Irigaţiile proiectate pentru gospodării colective de mari dimensiuni "au fost concepute prea inflexibile" pentru micile gospodării. Trecerea la piaţa liberă în agricultură s-a făcut prin distrugerea oricărei gospodării colective bune sau rele şi aceasta a avut ca urmare o cădere gravă în activitatea agricolă.

Inflaţia a crescut vertiginos şi au apărut blocajele economice.

RENEL a fost pus în situaţia de a aştepta mult timp veniturile care i se cuveneau pentru serviciile prestate. Ordinul de mărime al debitelor şi creditelor neonorate este de mii de miliarde de lei.

Spre mijlocul anului 1994, produsul naţional brut a început să crească foarte puţin, după perioada de declin. În economia românească, revigorarea este în prezent mai mult "comercială" decât "productivă".

În această perioadă, pentru reconstrucţia României ar fi fost necesar să se importe maşini şi fabrici de nivel superior. "Fondurile speciale" pentru activităţile de dezvoltare nu par a fi semnificative. Preţurile energiei de diferite forme au făcut obiectul unor discuţii la nivelul organizaţiilor internaţionale. OECD şi LEA consideră că preţurile combustibilului nu ar trebui determinate de guvern, ci de piaţă. Banca Mondială şi IMF au insistat ca guvernul român să alinieze aceste preţuri la nivelul preţurilor mondiale. Se consideră că reforma preţurilor va fi esenţială în stimularea îmbunătăţirii eficienţei energiei. Dar problema socială are alt aspect: este în stare populaţia să suporte preţurile energiei minim necesare la nivelurile pieţei mondiale atâta timp cât veniturile reale sunt cu mult sub cele ale "lumii bune"?

O problemă de un deosebit interes este discutată în **capitolul V** : promovarea eficienţei. Autorul condamnă conceptul dezvoltat şi în ţara noastră - în perioada în care OPEC a cvadruplat preţul energiei - de "conservare a energiei". Ca urmare a aplicării acestui concept s-a ajuns la un stil de viaţă pe care autorul îl numeşte pe bună dreptate "freezing in the dark", "îngheţare în întuneric". În fapt, oamenii nu au nevoie decât indirect de combustibil şi electricitate. Ei doresc confort, iluminat (când soarele nu luminează), ei doresc să păstreze şi să prepare alimente ... Cercetările demonstrează că astfel de servicii pot fi oferite în diferite moduri, unele mai eficiente, altele mai puţin eficiente. International Institute for Environment and Development - IIED - din Londra a întocmit în 1979 un studiu care demonstra că în pofida aserţiunilor din trecut, creşterea produsului naţional brut nu trebuie însoţit de creşterea consumului de energie. De aceea, vechiul concept de "conservare a energiei" a fost dat

la o parte şi de specialiştii români, după 1989 şi înlocuit cu acela de "eficienţă a energiei". Au apărut noi concepte, care reflectă începutul schimbării mentalităţii energeticienilor, ca: "planificarea cu costuri minime", "DSM", "planificarea integrată a resurselor" etc. Se consideră că trebuie să se răspundă la întrebarea: "ce poate să facă eficienţa energiei pentru om şi ce poate face fiecare dintre noi pentru eficienţa energiei " ("What energy efficiency can do for YOU, and what YOU can do about it"?). Desigur pentru aceasta este necesară şi organizarea unor activităţi publicitare şi educaţionale. În alte ţări s-au organizat centre pentru energie, care au ca scop promovarea eficienţei şi managementului energiei. Aceste centre publică materiale de specialitate, reviste, realizează emisiuni de televiziune etc.

Capitolul VI face o analiză a posibilităţilor şi variantelor de rezolvare a eficienţei energiei în România. Autorul trece în revistă principalele măsuri posibile pentru acest scop. Majoritatea sunt cunoscute, iar datele de intrare sunt extrase din studiile şi cercetările româneşti. Poate că prezentarea acestora în această lucrare va putea să influenţeze organele de decizie pentru promovarea lor mai accelerată.

Capitolul VII este rezervat relaţiilor şi cooperărilor internaţionale, majoritatea dintre ele fiind reluate şi extinse.

Lucrarea este însoţită de trei anexe, cuprinzând câteva elemente utile cititorului (chiar celui din România): propuneri de politică energetică selecţioante din studiile ICEMENERG şi ARCE, lista principalelor instituţii şi organisme din sectorul energiei, liste de adrese utile... Un index de nume proprii şi comune folosite în carte, încheie această lucrare.

x x x

Indiscutabil, lucrarea are o valoare de document bine venit pentru orice specialist din domeniu. În general aserţiunile sunt pertinente şi se recunoaşte şi contribuţia specialiştilor români care l-au ajutat pe autor.

Considerăm că o documentare mai largă a autorului de la surse directe ar fi completat cu succes multiplele laturi ale problematicii tratate. Majoritatea citărilor reprezintă lucrări ale unor autori străini, care au privit evenimentele din România "din exterior". Publicaţiile periodice româneşti din domeniul energiei lipsesc complet, atât cele dintre cele două războaie mondiale, cât şi din perioada mai recentă. Revista ENERGETICA , publicaţie care împlineşte peste 43 de ani şi poate fi considerată ca o oglindă a evenimentelor desfăşurate în domeniul energiei, după cel de al doilea război mondial, publicaţiile Academiei Române şi alte publicaţii de specialitate nu sunt citate şi se pare că nici nu au fost folosite. De altfel, cu toate că autorul discută despre rolul publicaţiilor în general, despre înfiinţarea unor centre necesare pentru schimbarea mentalităţilor, lipseşte o critică analitică asupra mass-media existente în specialitatea discutată, din care să rezulte mai bine rolul şi direcţiile de urmat pe termen scurt, mediu şi lung.

x x x

După parcurgerea lucrării se poate spune că efortul autorului şi al colaboratorilor a fost încununat cu succes. Cercetarea este valoroasă, interesantă, plină de idei incitante. Cartea se citeşte cu foarte multă plăcere; stilul este atrăgător şi provocator, sensibilizându-l pe cititor pentru întrebări neliniştitoare. Walt Patterson se dovedeşte a fi un adevărat prieten al energeticienilor români, cărora le spune adevărurile, chiar dacă uneori, acestea sunt incomode.

x x x

Suntem informaţi că lucrarea va apărea şi în traducere românească, la una din editurile din ţară.

Dr. ing. Eugeniu Pavel

D. SARCHIS. **Optimizări în electroenergetică,** Editura Multimedia System - Centrul Naţional de Inovare, Târgu-Mureş, 1993, 265 p.

Proiectarea şi exploatarea instalaţiilor electroenergetice complexe impun fundamentarea teoretică şi practică a unor strategii şi tactici optime pentru decizii referitoare la dezvoltarea de durată, cât şi pentru conducerea operativă în timp real.

În acest context, lucrarea reprezintă o aplicaţie directă a unor cercetări fundamentale din domeniul calculului operaţional (mai exact al programării matematice neliniare) în sfera aplicativă a optimizărilor în electroenergetică.

Conţinutul lucrării este structurat pe opt capitole, într-o succesiune logică a temelor abordate de fiecare capitol, precum şi a conţinutului lor: consideraţii teoretice, modelul problemei de optimizat, metodă şi program de soluţionare a ei.

În prezentarea fiecărui capitol se porneşte de la descrierea fenomenului sub aspect calitativ, se trece la studiul cantitativ, după care se dau modelele matematice şi formulele - algoritmul necesar aplicării practice. Astfel, fiecare capitol se încheie cu una sau două aplicaţii numerice soluţionate în baza modelului şi algoritmului prezentat anterior, în baza unor programe originale scrise în limbaj Turbo-Pascal 6.0, rulate pe un calculator PC-AT-386. Rezultatele intermediare şi finale ale aplicaţiei sunt centralizate în tabele, permiţând astfel utilizatorului scrierea corectă şi corectarea programelor până la obţinerea rezultatelor prezentate.

Lucrarea conţine 16 aplicaţii numerice şi 14 programe scrise în limbajul TURBO PASCAL versiunea 6.0 pentru soluţionarea acestor aplicaţii, programe care printr-o prelucrare adecvată (introducerea unor baze de date), pot fi aplicate optimizării oricăror sisteme tehnice şi/sau economice de mari dimensiuni.

Capitolul 1 al lucrării, cu caracter introductiv, are meritul de a prezenta cititorului într-un mod sintetic, concentrat, la un nivel accesibil, modelul matematic al problemelor de optimizare - în general. Noţiunile introduse prin capitolul 1, ca: variabile de optimizat, funcţie criteriu (sau scop), restricţii impuse variabilelor de optimizat etc., sunt absolut necesare înţelegerii celorlalte capitole.

Capitolul 2, ca o continuare logică a primului capitol, prezintă metodele de rezolvare matematică a problemelor de optimizare neliniară, cu accent pe metodele de gradient; de asemenea se prezintă matematic condiţiile Kuhn-Tucker care stau la baza soluţionării problemelor de optimizare neliniară cu restricţii.

În capitolul 3, în cadrul metodelor de gradient, s-a acordat o atenţie speciale *metodei gradientului proiectat* al lui *J.B. Rosen,* în varianta restricţiilor liniare de egalitate şi/sau inegalitate şi a funcţiei scop neliniare diferenţiabile. Această metodă, prin contribuţii originale în ceea ce priveşte: calculul direcţiei de optimizare, a pasului de deplasare, precum şi a verificării optimizării unui punct în baza criteriului Kuhn - Tucker, a fost adaptată optimizărilor (minim şi/sau maxim) în sisteme de dimensiuni mari, cum este cazul celor din electroenergetică. În baza acestei idei, metoda este prezentată sub forma modelului matematic, algoritm de calcul, aplicaţie şi program în Turbo Pascal 6.0, program aplicabil oricărei probleme de optimizare neliniară.

Capitolul 4 prezintă particularităţile optimizării proceselor din electroenergetică, sub aspectul celor trei componente: variabile, restricţii şi funcţie criteriu, ca un caz particular al problemelor Markoviene de decizie.

Capitolul 5 - Optimizarea parametrilor topologici ai reţelelor electrice - prezintă modelul matematic (liniar şi neliniar) al grafului optim al unei reţele electrice (radiale şi buclate) în condiţiile unor restricţii cantitative, calitative şi de siguranţă în funcţionare, impuse de producătorul şi consumatorul de energie electrică. Capitolul cuprinde cinci aplicaţii numerice cu programele corespunzătoare, pentru determinarea grafului optim al unor reţele electrice, în diferite ipostaze - încă din faza de proiectare.

Capitolul 6 - Optimizarea structurii de material a reţelelor electrice - continuă ideea din cap.5, permiţând proiectantului să formuleze şi să soluţioneze - în baza modelelor matematice prezentate - dimensionarea optimă a liniilor electrice din prunctul de vedere al numărului de circuite şi secţiuni optime, aceasta în baza unor criterii tehnice şi economice impuse prin modelul formulat corespunzător celor trei aplicaţii numerice prezentate.Tot în acest capitol se prezintă (şi se soluţionează printr-o aplicaţie numerică) modelul matematic al stabilirii numărului şi puterii optime al transformatoarelor din staţii şi posturi trafo.

Capitolul 7 - Optimizarea regimului permanent - prezintă interes în sfera exploatării optime a sistemelor electrice în regim permanent. Din multitudinea problemelor acestui regim, cartea prezintă modelele şi soluţionarea a două aspecte: nivelul optim al tensiunii pe o reţea de transport şi optimizarea producţiei şi circulaţiei de putere reactivă într-o reţea complexă, ambele cu efecte benefice asupra reducerii consumurilor specifice. În final se prezintă două aplicaţii numerice cu programele şi soluţiile optime corespunzătoare.

Capitolul 8 - Optimizarea fiabilităţii sistemelor electrice - prezintă, pentru prima dată în literatura de specialitate, modelul matematic neliniar al optimizării siguranţei în alimentarea cu energie electrică a consumatorilor, model care înglobează toate caracteristicile topologice, de material şi de fiabilitate ale celor trei elemente: centrală electrică, reţele electrice şi consumator. Modelul este prezentat şi soluţionat prin două aplicaţii numerice cu programe corespunzătoare, pentru cazul mai simplu al reţelelor radiale şi cazul reţelelor complexe.

Autorul, prin dubla sa pregătire - doctor inginer şi economist - precum şi prin experienţa sa ca proiectant şi cadru didactic universitar, reuşeşte să imprime conţinutului cărţii un înalt nivel tehnico-ştiinţific şi, în aceeaşi măsură, unul economic, aspecte absolut necesare în soluţionarea problemelor de optimizare într-o economie de piaţă.

Lucrarea îşi găseşte o aplicabilitate directă în proiectarea asistată de calculator în domeniul reţelelor electrice, al calculelor de regim optim al sistemelor electrice, precum şi în optimizarea exploatării acestora.

Prin conţinutul său, cartea se adresează tuturor celor care au preocupări în sfera optimizărilor: matematicieni, ingineri, economişti - în general - şi celor din domeniul cercetării, proiectării şi exploatării sistemelor electrice - în special.

prof. dr. ing. Horaţiu Zărnescu

Studiu de documentare pe o temă dată (scanning studies)

1. Studiile de documentare pe teme date sunt lucrări care, pe baza unei documentări bogate, prezintă stadiul şi perspectivele unui subiect sau unei categorii de subiecte. De exemplu:

- o categorie de aparate, utilaje, instalaţii, materiale (transformatoare, relee de protecţie, cabluri etc.);
- o categorie de tehnologii utilizate într-un anumit scop în energetică. De exemplu: izolaţie termică, izolaţie electrică, fibrele optice etc.
- o categorie de metode aplicate în calculele inginereşti, în sistemele energetice. De exemplu: indicatori de stabilitate în sistemele electroenergetice, bilanţuri ale căldurii şi randamente în circuitele termice, sisteme şi metode de tarifare etc.;
- o categorie de tehnologii noi aplicate în domeniul energiei. De exemplu: surse noi de producere a energiei, transportul energiei electrice în CC, perspectivele telemecanicii (teleconducerii) în sistemele energetice, perspectivele protecţiei prin relee, reglajul debitelor în centralele electrice etc.

2. Baza studiilor este documentarea. Vor fi cercetate atât revistele româneşti, cât şi cele de peste hotare, lucrări, cercetări, lucrări de doctorate etc. Fiecare afirmaţie de esenţă trebuie confirmată prin bibliografie, la care se face trimitere.

3. În mod obişnuit, lucrarea va avea o primă parte privind nivelul actual din care se va prezenta explicit stadiul problemei în ţara noastră şi o a doua parte care va cuprinde perspectivele şi prognozele pentru subiectul tratat - de asemenea bazat pe sursele bibliografice.

4. În final, bibliografia consultată, ordonată, va completa studiul.

INHALT

LEITARTIKEL 163 - 164

HAJIN MIAO, JAW - SHYANG WU, CHEN - CHING LIU: Intelligent System Methodologies for Alarm Processing, Fault Diagnosis and System Restoration 165 - 174

JEAN CONSTANTINESCU, CORNEL ALDEA: Operationssystem zur Echtzeitueberwachung der Fahrsicherheit des Nationalen Verbundsystems 175 - 180

CĂLIN MILĂILEANU, VIOREL NEAGU, CRISTIAN SCARLAT: Die Anwendung der FACTS-Techniken zur Verbesserung der Elektroenergiesysteme 181 -184

EUGEN CORBAN, MIRELA SMĂRĂNDESCU: Eigenartigkeiten im Management der Qualitätssicherungssysteme bei der Erzeugung, Übertragung und Verteilung der Elektroenergie 185 - 188

DUMITRU NICOLAE, ALICE MIHĂILESCU: Mikrowellentechnologien füer industrielle Trocknungsprozesse 189 - 193

VIRGIL DUMBRAVĂ, THEODOR MICLESCU, GABRIEL BAZACLIU: Festlegung des entmaschten Schaltbildes für städtische Verteilungsnetze 194 - 201

REZENSIONEN

EUGENIU PAVEL: Walt Patterson "Rebuilding Romania. Energy Efficiency and the Economic Transition " 202 - 205

HORAŢIU ZĂRNESCU: D. Sarchiz "Optimierungen in der Elektroenergiewirtschaft " 206 - 207

TECHNICH- WISSENSCHAFTLICHE VERANSTALTUNGEN 193

СОДЕРЖАНИЕ

РЕДАКЦИОННАЯ СТАТЬЯ 163 - 164

ХАНЖИН МИАО, ЖАУ - ШИАНГ ВУ, ЧЕН - ЧИНГ ЛИУ: Методологии систем искусственного интеллекта для обработки сигнала тревоги, обнаружения неисправностей и восстановления системы 165 - 174

ЖАН КОНСТАНТИНЕСКУ, КОРНЕЛ АЛДЕА: Оперрационная система для наблюдения в ральной масштаб времени безопасности режима национальной энергетической системы 175 - 180

КЭЛИН МИХЭИЛЕАНУ, ВИОРЕЛ НЕАГУ, КРИСТИАН СКАРЛАТ: Использование техник FACTS для усовершенствования электроэнергетических систем 181 - 184

ЭУДЖЕН КОРБАН, МИРЕЛА СМЭРЭНДЕСКУ: Особенности в управлении системой качества в процессе производства, транспорта и распределения электроэнергии 185 - 188

ДУМИТРУ НИКОЛАЕ, АЛИС МИХЭИЛЕСКУ: Технологии с микроволнами для процессов промышленного сушения 189 - 193

ВИРДЖИЛ ДУМБРАВЭ, ТЕОДОР МИКЛЕСКУ, ГАБРИЕЛ БАЗАКЛИУ: Определение незамкнутой схемы функционирования распределительных городских сетей 194 - 201

РЕЦЕНЗИЯ

ЕУДЖЕНИУ ПАВЕЛ: Патерсон Валт "Рекоиструкция Румынии. Энергопроизводительность и экономический переход" 202 - 205

ХОРАЦИУ ЗЭРНЕСКУ : Д. Саркиз "Оптимизации в электроэнергетике" 206 - 207

НАУЧИЮ ТЕХНИЧЕСКЕ МЕРОПРИЯТИЯ 193

ORSZÁGOS MŰSZAKI INFORMÁCIÓS KÖZPONT ÉS KÖNYVTÁR 1883

CONTENTS

EDITORIAL 163-164

HAJIN MIAO, JAW - SHYANG WU, CHEN - CHING LIU: Intelligent System Methodologies for Alarm Processing, Fault Diagnosis and System Restoration 165-174

JEAN CONSTANTINESCU, CORNEL ALDEA: Operational System for Real Time Surveillance of the National Energy System Regime Security 175-180

CĂLIN MIHĂILEANU, VIOREL NEAGU, CRISTIAN SCARLAT: Use of FACTS Techniques for Improving the Electroenergy Systems 181-184

EUGEN CORBAN, MIRELA SMĂRĂNDESCU: Characteristics of the Quality System Management in the Electric Energy Generation, Transmission and Distribution 185-188

DUMITRU NICOLAE, ALICE MIHĂILESCU: Microwaves Technologies for Industrial Drying Processes 189-193

VIRGIL DUMBRAVĂ, THEODOR MICLESCU, GABRIEL BAZACLIU: Determination of the Operating De-Looped Diagram for Two Distribution Electric Networks 194-201

REVIEW

EUGENIU PAVEL: Patterson Walt "Rebuilding Romania. Energy Efficiency and the Economic Transition" 202-205

HORAŢIU ZĂRNESCU: D. Sarchis "Optimisation in the Electrical Engineering Field" 206-207

EVENTS

SOMMAIRE

EDITORIAL 163-164

HAJIN MIAO, JAW - SHYANG WU, CHEN - CHING LIU: Intelligent System Methodologies for Alarm Processing, Fault Diagnosis and System Restoration 165-174

JEAN CONSTANTINESCU, CORNEL ALDEA: Systeme operationnel pour la surveillance dans le temps de la securite du regime du systeme national d'energie 175-180

CĂLIN MIHĂILEANU, VIOREL NEAGU, CRISTIAN SCARLAT: L'utilisation des techniques FACTS pour l'amelioration des reseaux electriques 181-184

EUGEN CORBAN, MIRELA SMĂRĂNDESCU: Particularites dans la gestion de la qualite dans l'activite de production, transport et distribution de l'electricite 185-188

DUMITRU NICOLAE, ALICE MIHĂILESCU: Technologies a micro-ondes pour les processus de sechage industriel 189-193

VIRGIL DUMBRAVĂ, THEODOR MICLESCU, GABRIEL BAZACLIU: Le calcul de schema deboucle de fonctionnement pour les reseaux electriques de distribution dans les villes 194-201

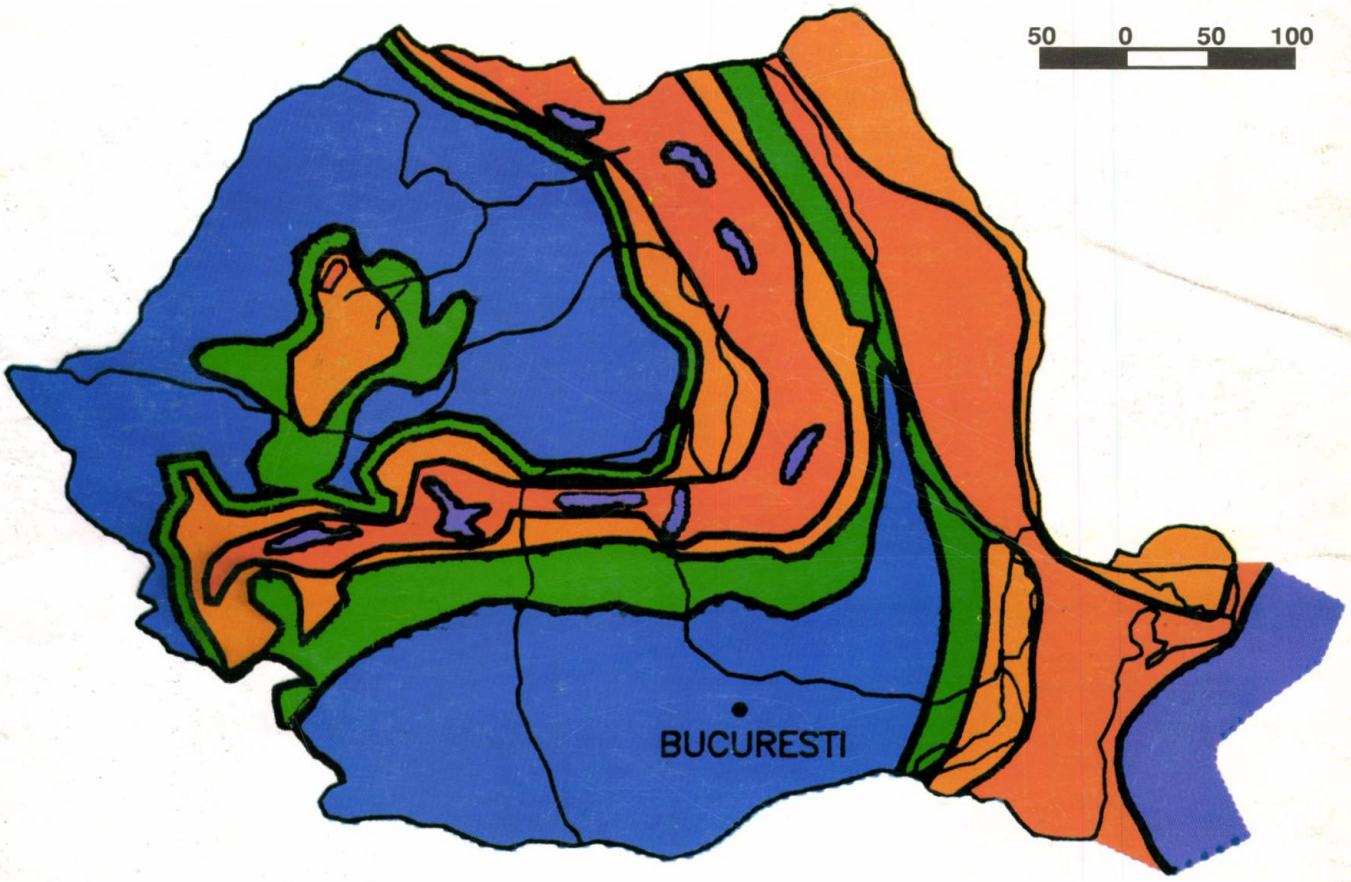
COMPTES RENDUS

EUGENIU PAVEL: Patterson Walt "Rebuilding Romania. Energy Efficiency and the Economic Transition" 202-205

HORAŢIU ZĂRNESCU: D. Sarchis "Optimisation en electroenergetique" 206-207

MANIFESTATIONS TECHNIQUES SCIENTIFIQUES 193

Resursele de vânt ale ROMÂNIEI la 50 m înălțime pentru diferite condiții topografice										
	montană m/s	înaltă w/mp	mare m/s	deschisă w/mp	zona m/s	litorală w/mp	terenuri m/s	plate w/mp	dealuri și podișuri m/s	w/mp
	>11.5	>1800	>9.0	>800	>8.5	>700	>7.5	>500	>6.0	>250
	10.0-11.5	1200-1800	8.0-9.0	600-800	7.0-8.5	400-700	6.5-7.5	300-500	5.0-6.0	150-250
	8.5-10.0	700-1200	7.0-8.0	400-600	6.0-7.0	250-400	5.5-6.5	200-300	4.5-5.0	100-150
	7.0-8.5	400-700	5.5-7.0	200-400	5.0-6.0	150-250	4.5-5.5	100-200	3.5-4.5	50-100
	<7.0	<400	<5.5	<200	<5.0	<150	<4.5	<100	<3.5	<50



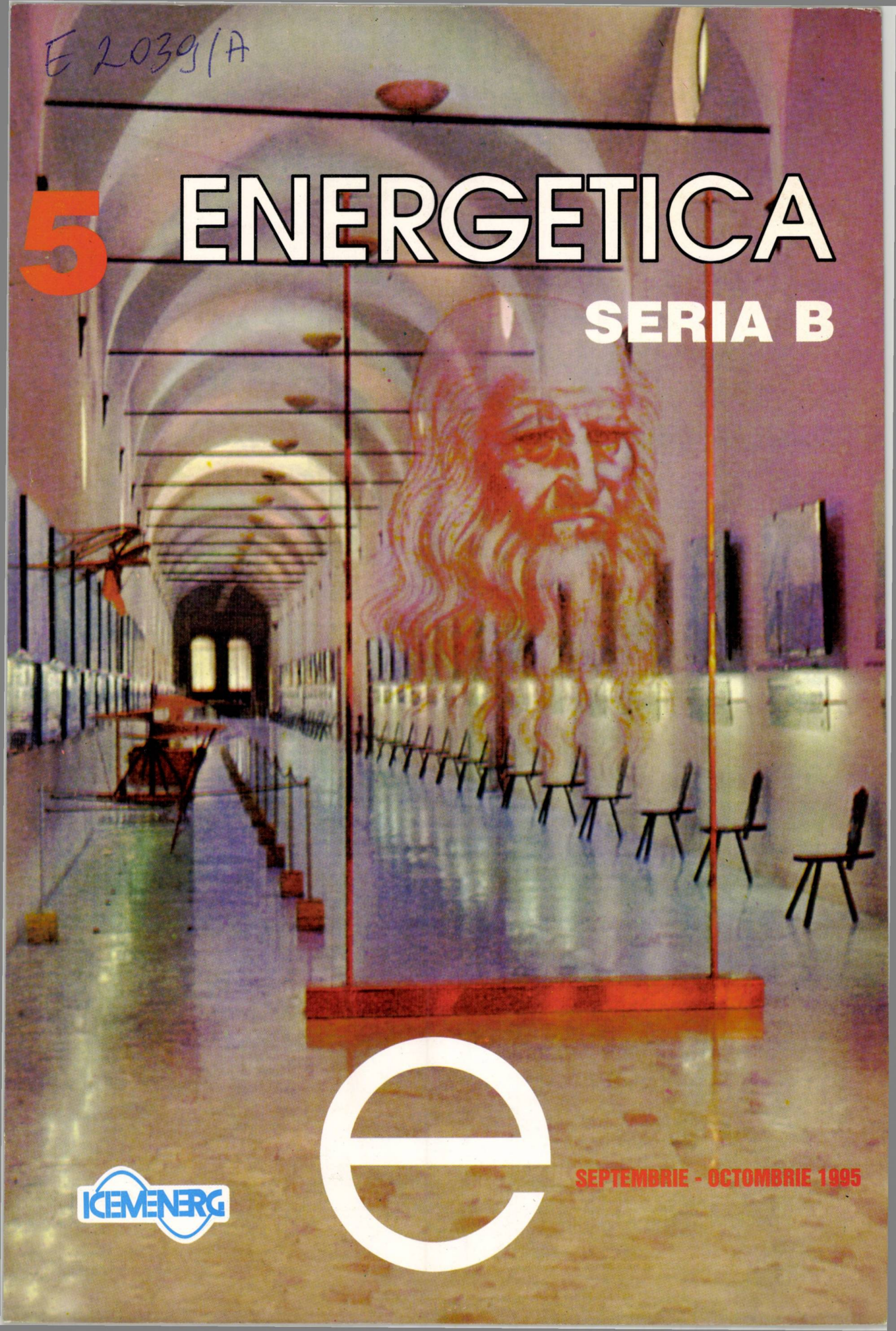
1996 JAN 2 2

E 2039/A

5

ENERGETICA

SERIA B



e

ICEMENERG

SEPTEMBRIE - OCTOMBRIE 1995

ABB Energoreparaţii România
prima societate mixtă din industria energetică românească
a împlinit 3 ani de activitate

La data de 16 octombrie 1992 a început să funcţioneze societatea mixtă ABB Energoreparaţii Romania care a fost înfiinţată prin asocierea RENEL cu grupul ABB Asea Brown Boveri.

Activitatea de baza a acestei prime societăţi mixte a grupului ABB în România constă în fabricarea de piese de schimb şi componente pentru turbine, generatoare, cazane şi pentru auxiliarele acestora, precum şi prestarea de lucrări de reparaţii cu caracter industrial pentru echipamentele energetice.

Într-o lume a competiţiei ABB Energoreparaţii România a ridicat ştacheta calităţii produselor şi serviciilor oferite beneficiarilor săi prin implementarea şi certificarea sistemului de Asigurare a Calităţii conform standardului ISO 9001.

Aceasta s-a putut realiza prin investiţii dotarea secţiilor cu utilaje de înaltă performanţă, modernizarea laboratoarelor, dotarea cu tehnică de calcul şi instruirea personalului.

ABB Energoreparaţii România dispune de o bază de date unică în industria energetică înmagazinînd informaţii deosebit de valoroase privind construcţia, reparaţiile şi comportarea în exploatare a echipamentelor aflate în centralele sistemului energetic.

În anii 1993 şi 1994 ABB Energoreparaţii România şi-a extins activitatea în domeniul de Service pentru centralele electrice prin consolidarea funcţiei de contractor general pentru proiecte importante. Societatea ABB Energoreparaţii România împreună cu alte societăţi ABB din străinătate a oferit soluţii complete privind reabilitarea unor termocentrale din Sistemul Energetic Naţional. Un exemplu concret este implicarea societăţii în reabilitarea şi retehnologizarea centralei Turceni.

Rezultatele economice şi financiare ale activităţii societăţii au fost continuu îmbunătăţite; faţă de anul 1993 cifra de afaceri a crescut cu cca. 90%, profitul cu cca. 50%, productivitatea cu cca. 10%, iar portofoliul de comenzi cu cca. 65%.

În conformitate cu strategia de dezvoltare a societăţii, asociaţii RENEL şi ABB au reinvestit în totalitate profitul realizat în 1993 şi cea mai mare parte din profitul realizat în 1994.

Cu ocazia împlinirii a 3 ani de activitate, societatea ABB Energoreparaţii România îşi asigură partenerii tradiţionali din cadrul RENEL că şi în continuare întreaga sa activitate va fi orientată spre satisfacerea necesităţilor lor.

Adresa poştală:	Bd. Energeticienilor 13 - 15 Sector 3, Bucureşti Cod 74568 - România	Telefon: 3215817 3215931-34	Telex: 12012 ABBER	Fax: 3210947 3215131

Coperta I. Muzeul Naţional de Tehnologie "Leonardo da Vinci" din Milano

În galeria Leonardo da Vinci se pot vedea modele ale invenţiilor artistului toscan. Unele secţiuni ale muzeului prezintă exponate din domeniile: acustică, telecomunicaţii, chimie şi astronomie, iar în pavilioane sunt expuse exponate referitoare la materialele de căi ferate, aeronautică şi navigaţie.

E 2039/a

ENERGETICA

REVISTA DE SPECIALITATE
A ENERGETICIENILOR
DIN ROMÂNIA

ANUL 43 | Nr. 5, SERIA B | SEPTEMBRIE - OCTOMBRIE 1995

ISSN 1220 - 5141

INFORMÁCIÓS KÖNYVTÁR 1963 OSZTÁGOS MŰSZAKI KÖZPONT

Număr special "Managementul distribuţiei energiei electrice"

Revista ENERGETICA a fost înfiinţată în anul 1953, continuând tradiţia vechilor publicaţii inginereşti care au avut preocupări în domeniul energiei ca, de exemplu:
- Diaru pentru vulgarizarea ştiinţelor naturale şi fizice (1870 - 1882);
- Buletinul Societăţii Politehnice (1887 - 1944);
- Buletinul Asociaţiei Generale a Inginerilor din România - AGIR (1919 - 1946);
- ENERGIA, editată de ing. Dumitru Leonida (1921);
- Buletinul Asociaţiei Producătorilor şi Distribuitorilor de Energie Electrică - APDE (1932 - 1944);
- Buletinul Institutului Român de Energie - IRE (1933 - 1944)

Opiniile exprimate în articolele publicate în revista ENERGETICA aparţin autorilor acestora.

Orice reproducere integrală sau parţială, prin indiferent ce procedeu, a materialelor apărute în revista ENERGETICA poate fi făcută numai cu aprobarea biroului de redacţie. Sunt autorizate numai citările destinate lucrărilor ştiinţifice şi volumelor în care acestea sunt inserate .

Revista apare alternativ în două serii :
- seria A, care tratează probleme de surse de energie, conversie de energie, poluare a mediului înconjurător, utilizare a căldurii etc.;
- seria B, care tratează probleme electrice, inclusiv ale centralelor electrice, staţiilor electrice, ale liniilor de transport şi distribuţie a energiei electrice , sisteme electroenergetice etc.
Fiecare serie are 6 numere pe an .

CUPRINS

EUGEN BÂRLĂDEANU, ALEXANDRU POEATĂ : Contribuţii la modelarea matematică a unor procese manageriale din domeniul reţelelor electrice 211 - 216

GHEORGHE HAZI: Calculul importanţei elementelor de reţea în vederea optimizării structurii reţelelor electrice 217 - 222

GHEORGHE GEORGESCU, ALEXANDRU POEATĂ, MIHAI GAVRILAŞ: Calculul pierderilor de energie în reţelele de distribuţie folosind descompunerea graficelor de sarcină în serii Fourier 223 - 226

MIRCEA EREMIA, ION TRIŞTIU, RADU CONSTANTIN, CONSTANTIN BULAC: Metodă euristică de reconfigurare a reţelelor de distribuţie pentru reducerea pierderilor de putere şi energie 227 - 235

ION IORDĂNESCU: Adaptarea măsurilor de compensare a factorului de putere la condiţiile create de existenţa regimului deformant 236 - 240

LAZARE PETCANTCHINE: Processus lors de la variation du dephasage entre le courant et la tension dans des circuits electriques R.L. 241 - 246

FLORIN CIOBANU, HERMINA ALBERT, GEORGE LAVROV, DAN PREOŢESCU : Creşterea rentabilităţii activităţii de furnizare a energiei electrice pentru marii consumatori - o condiţie de succes în cadrul viitoarei concurenţe din sectorul energetic 247 - 251

IOAN VIZITEU, CORNELIA IVAŞCU: Mentenanţa preventivă şi creşterea eficienţei instalaţiilor de protecţie prin relee 252 - 256

MANIFESTĂRI TEHNICO-ŞTIINŢIFICE 235

TERMINOLOGIE
NICOLAE ST. MIHĂILESCU, PAUL CARTIANU: Lexiconul tehnic român 246

INFORMAŢII
DUMITRU MANEA: Conferinţa UNIPEDE - IEA "New Electricity 21", Paris, Franţa, 22 - 24.05.1995 257 - 258

Our review publishes ADVERTISMENTS for your PRODUCTS, TECHNOLOGIES, SERVICES, etc.

Please, contact us at the address:
Revista ENERGETICA
ICEMENERG, B-dul Energeticienilor nr.8,
Bucureşti III, RO 79619
Phone : (401)322 06 92 ; (401)321 69 66/251
Fax: (401)321 10 10
Telex: 10783

COLEGIUL DE REDACŢIE

BIROUL: dr . ing. Eugeniu PAVEL - preşedinte, redactor-şef; dr. ing. Jean CONSTANTINESCU - redactor-şef adjunct; prof. dr. ing. Dumitru Cezar IONESCU - redactor-şef adjunct; ing. Vasile RUGINĂ - secretar de redacţie; ing. Radu OPINCARU - reprezentant RENEL; ing. Ion CONECINI; ing. Vladimir CONSTANTINESCU; prof. dr. ing. Virgil MUŞATESCU ; ing. Dan GHEORGHIU; ing. Nicolae NICULESCU; ing. Mihai NICOLAU - reprezentant ICEMENERG; dr. ing. Ioan GANEA

MEMBRI: conf. dr. ing. Florin ALEXE; ing. Ovidiu APOSTOL; prof. dr. ing. Victor ATHANASOVICI; conf. dr. ing. Adrian BADEA ; prof. dr. ing. Cornel BIANCHI; ing. Paul CARTIANU; ing. Mircea CÂRDU; prof. dr. ing. Dorin CRISTESCU; prof. dr. ing. Nicolae DĂNILĂ; dr. ing.Laurenţiu GOIA; prof dr. ing. Nicolae GOLOVANOV ; prof. dr. ing. Dumitru IVAS; prof. dr. ing Aureliu LECA; dr. ing. Gheorghe LUCA; dr. ing. Magdalena MATEI; ing. Cornel MOŢIU; prof. dr. ing. Costin MOŢOIU ; prof. dr. ing. Constantin NEAGA; prof. ing. Mircea NEMEŞ; conf. dr. ing. Valeriu NISTREANU; ing. Cornel PÂSLARU; prof. dr. ing. Alexandru POEATĂ; dr. ing. Marius POMÂRLEANU; prof. dr. ing. Florin POP; dr. ing. Teodor POPA; dr. ing. Anca POPESCU; ing. Miron POPESCU; conf. dr. ing. Petre POSTOLACHE; dr. ing. Dan Ion PREDOIU; ing. Radu REGMAN; ing. Gabriel ROMAŞCU; ing. Anton ROŞU ; ing. Margarios SALGIAN; ing. Alexandru SĂNDULESCU; ing. Emilian SIMIAN; ing. Cristian TOTOLO; ing. Anton VLĂDESCU

Redactor : Ana Maria CHIVU

Tiparul executat la ICEMENERG

Redacţia şi administraţia: ICEMENERG, B-dul Energeticienilor nr.8, sector 3, CP 79619, Bucureşti
Telefon: (401)322 06 92; (401)321 69 66/251; Telex : 10783; Fax: (401)321 10 10

CONTRIBUŢII LA MODELAREA MATEMATICĂ A UNOR PROCESE MANAGERIALE DIN DOMENIUL REŢELELOR ELECTRICE

şef lucr. ing. EUGEN BÂRLĂDEANU
prof. dr. ing. ALEXANDRU POEATĂ*

În articol se prezintă o metodologie de selectare a variantelor optime de realizare a liniilor electrice aeriene, metodologie bazată pe teoria mulţimilor vagi (fuzzy) şi care permite şi considerarea factorilor necuantificabili economic.

Avându-se în vedere că majoritatea factorilor necuantificabili economic sunt de natură ecologică, autorii propun introducerea unui coeficient ecologic care să permită evaluarea eforturilor economice în scopuri ecologice.

The article presents a selection methodology of the optimum variants for the completion of the overhead electric lines; this methodology based on the theory of fuzzy sets also allows to considerate the economically non-quantifiable factors. Mention should be made that most of the non-quantifiable factors are ecological therefore the authors suqqest the introduction of an ecological coefficient able to assess the economic efforts for ecologic purposes.

Descriptori: reţele electroenergetice de distribuţie, modelare matematică, procese de conducere

Introducere

Activitatea managerială, care este un ansamblu de eforturi de gândire şi acţiune, implică adoptarea continuă de decizii privind conducerea unui sistem. În energetică, respectiv în domeniul reţelelor electrice, există preocupări pentru selectarea deciziilor optime cu ajutorul unor modele matematice. În acest sens, modelul cel mai utilizat este un model de programare matematică unde funcţia obiectiv este reprezentată de CTA (cheltuieli totate minime actualizate). Iniţial, funcţia obiectiv folosită în domeniul reţelelor electrice cuprindea numai cheltuielile de investiţie şi exploatare la care, ulterior, au fost adăugaţi şi alţi factori (fiabilitatea soluţiei, calitatea energiei etc.). S-au făcut multe cercetări pentru ca aceşti factori să poată fi cuantificaţi economic şi introduşi în model. Din cauza gradului de incertitudine a valorilor acestor factori, în proiectare se acceptă, uneori, soluţii adoptate de experţi mai costisitoare cu 10 - 15 % decât soluţia optimă. În teoria generală a sistemelor, unde problema adoptării deciziilor are un caracter mult mai general şi complex, pentru formalizarea matematică a unor modele de optimizare cu mulţi factori necuantificabili, s-a elaborat de către Zadeh o nouă teorie cunoscută sub denumirea de "teoria mulţimilor vagi" (în engleză fuzzy). Ulterior, în literatura de specialitate străină au început să apară lucrări care implementează această teorie şi în domeniul energetic, scop urmărit şi de prezenta lucrare în cadrul literaturii noastre tehnice din domeniul reţelelor electrice.

În cele ce urmează se prezintă principiile de bază ale teoriei mulţimilor vagi şi unele posibilităţi de aplicare.

1. Principiile teoriei mulţimilor vagi

Se ştie că, în foarte multe cazuri, informaţiile preţioase din punctul de vedere al adoptării deciziilor optime se obţin de la persoane cu o mare experienţă în domeniul respectiv. Aceste informaţii au caracter subiectiv şi sunt descrise, de obicei, prin termeni vagi (adjective, ca de exemplu: mare, mic, precis etc.). Modelele matematice deterministe şi stohastice nu permit să se ia în considerare

* Facultatea de Electrotehnică, Universitatea Tehnică "Gh. Asachi" Iaşi

informaţiile cu caracter vag, spre deosebire de teoria mulţimilor vagi.

Caracterul "vag" al unei informaţii este legat de clasa "mulţimilor vagi" în care, conform teoriei mulţimilor vagi, nu se poate arăta categoric graniţa care separă elementele ce aparţin acestei clase de elementele care nu aparţin de ea.

În esenţă, o mulţime vagă "A" dată pe un spaţiu de alternative $X = \{x\}$, este o mulţime de perechi ordonate $\{x, \mu_A(x)\}$, unde $\mu_A(x)$ este gradul de apartenenţă a elementului x la mulţimea vagă A, grad ce are valori [1, 2] în intervalul [0,1].

În analiza proceselor de decizii în condiţii vagi apare o altă schemă logică decât cea clasică, a cărei trăsătură principală este simetria scopului în raport cu restricţiile, simetrie care înlătură deosebirea dintre scop şi restricţii, ceea ce simplifică procesul decizional. Scopul "G" şi restricţia (restricţiile) "C" vor fi mulţimi vagi pe spaţiul alternativelor (variantelor), iar soluţia "S" va fi o mulţime vagă obţinută din intersecţia mulţimilor vagi ale scopului şi restricţiei [1,2]:

$$S = G \cap C \quad \text{sau} \quad \mu_S(x) = \min\left[\mu_G(x), \mu_C(x)\right]. \quad (1)$$

De exemplu, dacă ne referim la variantele de linii electrice de o anumită tensiune ce se pot construi între două localităţi, scopul "G" poate fi mulţimea vagă a liniilor cu capacitate "MARE" de transport, iar restricţia "C", mulţimea vagă a liniilor cu poluare vizuală "MICĂ".

În majoritatea cazurilor este raţional să se aleagă acele alternative care au gradul maxim de apartenenţă la mulţimea vagă a soluţiilor, alternative denumite "maximizatoarele soluţiei". Indiferent de domeniul de utilizare a teoriei mulţimilor vagi este necesară părerea unor experţi, care să atribuie cât mai corect calificative cu caracter vag. Evident, pentru acest lucru sunt necesare informaţii şi criterii, nu neapărat certe, sistematizate într-un model de adoptare a soluţiilor în condiţii vagi.

2. Aplicaţii ale teoriei mulţimilor vagi în domeniul reţelelor electrice

În domeniul electroenergetic teoria mulţimilor vagi poate fi folosită în trei direcţii (domenii) de utilizare, şi anume:

- alegerea soluţiilor optime de realizare a obiectivelor electroenergetice (linii electrice), utilizând criterii care apelează la aprecieri lingvistice;
- atribuirea unor calificative obiectivelor electroenergetice dintr-un anumit punct de vedere, de exemplu cel al electrosecurităţii [4], în condiţiile considerării unor factori necuantificabili şi a părerilor experţilor;
- optimizarea funcţionării sistemelor electroenergetice utilizând reprezentarea "vagă" a sarcinilor.

Cea mai importantă utilizare a teoriei mulţimilor vagi din punct de vedere managerial este alegerea soluţiilor de realizare a liniilor electrice. Într-o concepţie generală, o variantă constructivă de linie electrică se caracterizează prin anumite date tehnice (tensiune, secţiune, lungine etc.) ce determină costul liniei şi prin anumite condiţii de încadrare în mediul înconjurător, eventual în sistemul electroenergetic. Este posibil să apară variante aproximativ egale economic când cheltuielile totale minime actualizate diferă cu 5 - 15 %. În aceste condiţii, varianta optimă trebuie aleasă după alte criterii care pot avea valori lingvistice, valori ce sunt consecinţe (efecte) ale unor cauze şi care pot defini mulţimi vagi pe mulţimea valorilor certe ale consecinţelor. Dacă se foloseşte terminologia specifică teoriei mulţimilor vagi se poate spune că elementele mulţimilor (vagi sau nevagi) cauzelor condiţionează mulţimi vagi pe spaţiul consecinţelor, adică pentru o valoare a unei cauze se obţine o anumită mulţime vagă pe spaţiul valorilor unei anumite consecinţe (criteriu). Cu alte cuvinte, spaţiul alternativelor este format din seturi de valori ale cauzelor, fiecare valoare având o anumită probabilitate presupusă de către persoane avizate sau dată de experienţă. Consecinţele "vagi" ale unui set de valori ale cauzelor, din anumite puncte de vedere (criterii), joacă rolul de restricţii în spaţiul valorilor respectivului criteriu, iar valoarea "vagă" dorită, de scop "vag".

Deoarece o anumită cauză poate condiţiona mai multe criterii, este necesară întocmirea unui graf funcţional sau a unei matrice cauză-efect (CE), unde elementele matricei pot lua valoarea "1" sau "0", după cum cauza şi criteriul corespunzător sunt sau nu în legătură funcţională (fig.1).

	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4
X_1	1	0	0	0
X_2	0	1	0	1
X_3	1	0	1	0
X_4	1	1	0	0
X_5	1	1	0	1

Fig.1.

Cauzele "X" şi criteriile "Y", în cazul considerării influenţei liniilor electrice aeriene

asupra mediului înconjurător, pot avea următoarele semnificaţii:

X_1 - intensitatea agriculturii;

X_2 - densitatea populaţiei;

X_3 - particularităţile georgafice (păduri, râuri etc.);

X_4- restricţiile din timpul construcţiei şi reparării liniei electrice;

X_5- tipul stâlpului folosit;

Y_1 - daunele aduse agriculturii;

Y_2 - daunele aduse construcţiilor;

Y_3 - modificarea peisajului;

Y_4- aspectul estetic.

Deoarece scopurile "vagi" corespunzătoare acestor criterii pot fi definite cu valorile lingvistice "MIC" sau "FOARTE MIC", apare raţională folosirea următoarelor mulţimi vagi [2,3] definite pe spaţiul valorilor normate ale consecinţelor: "FOARTE MIC" (1); "MIC" (2); "MEDIU" (3); "MARE" (4); "FOARTE MARE" (5). Funcţiile de apartenenţă ale acestor mulţimi vagi sunt date în figura 2, unde este reprezentată şi funcţia de apartenenţă a mulţimii vagi "NU MIC" (6), complementara mulţimii vagi "MIC", necesară în aplicaţia prezentată în lucrare.

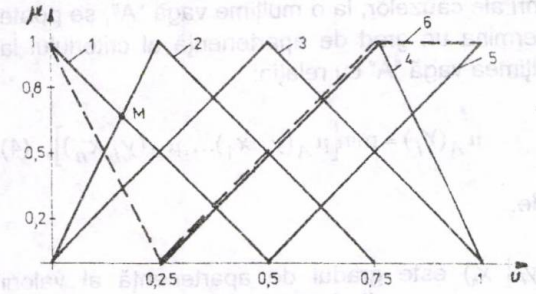


Fig.2.

O legătură cauză-efect se poate exprima prin relaţia:

$$Y_i = \prod \left(y_i \; x_k^n \right), \qquad (2)$$

unde:

$\prod \left(y_i \; x_k^n \right)$ este valoarea consecinţei (criteriului) y_i corespunzătoare valorii x_k^n a cauzei X_k , valoare apreciată de către experţi.

Relaţiile de tipul (2), denumite "granule" [2, 3], scrise pentru toare valorile unei cauze, corespunzătoare unui singur criteriu şi având ataşate probabilităţile p_k^n, formează o "informaţie" utilă la compararea variantelor după metodologia ce utilizează teoria "granularităţii" şi teoria "mulţimilor vagi".

Deoarece, după cum se constată din figura 1, condiţiile de încadrare în mediul înconjurător depind atât de particularităţile acestuia, cât şi de tipul de stâlp folosit, este important de determinat tipul optim de stâlp în anumite situaţii ale mediului înconjurător. Pentru aprecierea valorilor criteriilor legate funcţional de tipul stâlpului, experţii pot apela la caracteristicile constructive ale acestuia. Astfel, lăţimea bazei stâlpului "l", lăţimea culoarului liniei "L" şi suprafaţa ocupată "L x H" (fig.3) pot fi folosite la aprecierea impactului asupra agriculturii, construcţiilor şi a poluării vizuale. După aprecierea valorilor consecinţelor de către experţi, se pot utiliza diferite metode de alegere a variantelor în funcţie de modul cum sunt date valorile cauzelor. Dacă valorile cauzelor au ataşate probabilităţile corespunzătoare, se pot determina intervalele probabile de existenţă ale gradelor de apartenenţă la scopurile vagi ale criteriilor considerate. Cu aceste intervale se determină [3] o mărime "D" care indică "măsura apropierii" de valoarea optimă a gradului de apartenenţă la scopul vag "global", care poate fi influenţe "MICI" asupra mediului înconjurător, mărime ce poate fi folosită la compararea variantelor.

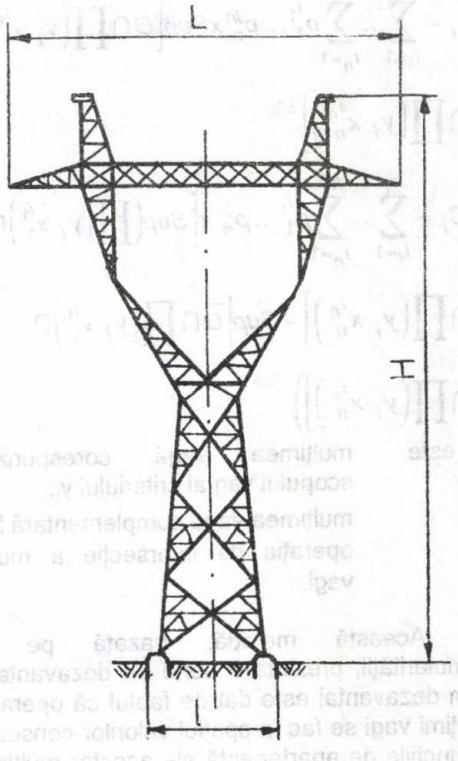


Fig. 3.*a*.

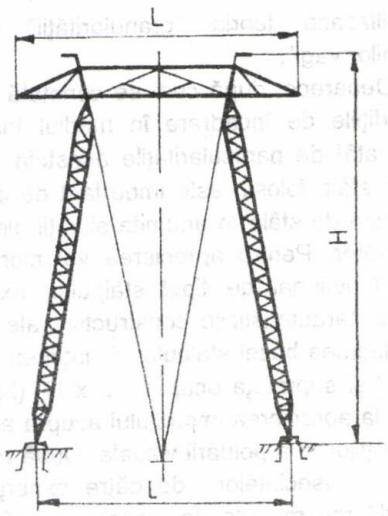


Fig.3 *b.*

Această mărime este, de fapt, un interval [a,b] ale cărui extremităţi se calculează cu relaţiile:

$$a = \sum_{i=1}^{m}(1 - E\pi_i);\ b = \sum_{i=1}^{m}(1 - EC_i), \qquad (3)$$

unde:

$$E\pi_i = \sum_{i_1=1}^{k_1}\dots\sum_{i_n=1}^{k_n} p_1^{i_1}\dots p_n^{in}\, x\, Sup\Big[Q \cap \prod\left(y_i\ x_1^{i_1}\right) \cap \dots$$

$$\dots \cap \prod\left(y_i\ x_n^{i_n}\right)\Big]$$

$$E\,C_i = \sum_{i_1=1}^{k_1}\dots\sum_{i_n=1}^{k_n} p_1^{i_1}\dots p_n^{in}\, x\Big[Sup\Big(\prod\left(y_i\ x_1^{i_1}\right) \cap \dots$$

$$\dots \cap \prod\left(y_i\ x_n^{i_n}\right)\Big] - Sup\Big[\bar{Q} \cap \prod\left(y_i\ x_1^{i_1}\right) \cap \dots$$

$$\dots \cap \prod\left(y_i\ x_n^{i_n}\right)\Big]\Big),$$

Q este mulţimea vagă corespunzătoare scopului vag al criteriului y_i;

$\bar{Q}$ - mulţimea vagă complementară lui Q;

$\cap$ - operaţia de intersecţie a mulţimilor vagi.

Această metodă, bazată pe teoria granularităţii, prezintă o serie de dezavantaje. Un prim dezavantaj este dat de faptul că operaţiile cu mulţimi vagi se fac în spaţiul valorilor consecinţelor şi funcţiile de apartenenţă ale acestor mulţimi vagi sunt identice pentru toate criteriile. Acest lucru duce, uneori, la imposibilitatea departajării variantelor, dacă intersecţia mulţimilor vagi, corespunzătoare scopului şi restricţiilor, rezultă mulţimea vidă. Alt dezavantaj este legat de folosirea "forţată" a aceloraşi mulţimi vagi pentru toate criteriile. De exemplu, mult mai semnificativ şi uşor ar fi fost să folosim în cazul criteriului estetic (Y_4) mulţimi vagi definite de adjectivele "FRUMOS", "ACCEPTABIL" etc. şi apoi, printr-o asociere corespunzătoare, să se treacă la mulţimile vagi "MIC", "MARE" etc.

Aceste inconveniente sunt eliminate, în mare parte, dacă se foloseşte o altă metodă care presupune găsirea unor funcţii de apartenenţă pentru mulţimile vagi condiţionate de valorile cauzelor, funcţii care să permită atribuirea unor grade precise de apartenenţă. Aceasta presupune căutarea unor parametri fizici care să caracterizeze cauzele din punctul de vedere al legăturilor cu criteriile considerate. Astfel, în loc de valorile "MARE", "MIC" etc., ale intensităţii agriculturii (cauza X_1), se poate folosi parametrul rezultat din raportarea suprafeţei agricole la suprafaţa totală. După găsirea gradelor de apartenenţă ale valorile unui criteriu oarecare Y_i, condiţionate de un set de valori ale cauzelor, la o mulţime vagă "A", se poate determina un grad de apartenenţă al criteriului la mulţimea vagă "A" cu relaţia:

$$\mu_A(Y_i) = \min\left[\mu_A(y_i\ x_1)\dots,\mu_A(y_i\ x_n)\right], \qquad (4)$$

unde:

$\mu_A(y_i \mid x_k)$ este gradul de apartenenţă al valorii criteriului Y_i, dată de cauza X_k, la mulţimea vagă "A".

În final se pot calcula nişte grade de apartenenţă globale ale tuturor criteriilor la mulţimile vagi considerate, grade care pot servi la compararea variantelor (seturi de valori ale cauzelor). Principiile acestei metode pot fi aplicate şi în cazul când se doreşte atribuirea unor calificative obiectivelor electroenergetice din anumite puncte de vedere.

În cele ce urmează se prezintă modul de aplicare a teoriei mulţimilor vagi când trebuie să se decidă care din stâlpii reprezentaţi în figura 3, cu caracteristicile din tabelul 1, este mai convenabil din punctul de vedere al impactului cu mediul înconjurător.

Tabelul 1

Tip stâlp	l [m]	L [m]	H [m]
Y 400	7,48	27	32,6
PAS 400	21,4	25	30

Se presupune că valorile cauzelor şi probabilităţile corespunzătoare, neglijând cauza X_3, sunt:

x_1^1 – MARE; $p_1^1 = 0,9$

x_1^2 – MIC; $p_1^2 = 0,1$

$x_2^1 = 20 \div 50 loc / km^2$; $p_2^1 = 0,8$

$x_2^2 = 50 \div 100 loc / km^2$; $p_2^2 = 0,2$

x_4^1 – MARE; $p_4^1 = 0,5$

x_4^2 – MEDIE; $p_4^2 = 0,5$

x_5^1 = tip y; $p_5^1 = 1$ sau 0,(varianta I sau II)

x_5^2 = tip PAS; $p_5^2 = 0$ sau 1,(varianta I sau II).

Valorile criteriilor, apreciate de experţi, sunt următoarele:

$\prod(y_1 x_1^1) = \text{MEDIE}$; $\prod(y_1 x_4^1) = \text{MARE}$;

$\prod(y_1 x_5^1) = \text{MIC Ă}$

$\prod(y_1 x_1^2) = \text{F.MIC Ă}$; $\prod(y_1 x_4^2) = \text{MEDIE}$;

$\prod(y_2 x_5^2) = \text{MARE}$

$\prod(y_2 x_5^1) = \text{MIC Ă}$; $\prod(y_2 x_4^1) = \text{MARE}$;

$\prod(y_2 x_5^1) = \text{MEDIE}$

$\prod(y_2 x_5^2)\text{MARE}$; $\prod(y^2 x_4^2) = \text{MIC Ă}$; $\prod(y_2 x_5^2) = \text{MIC Ă}$

$\prod(y_4 x_2^1) = \text{F.MIC Ă}$; $\prod(y_4 x_5^1) = \text{MARE}$;

$\prod(y_4 x_2^2) = \text{MARE}$; $\prod(y_4 x_5^2) = \text{MEDIE}$

Cu aceste valori ale criteriilor se calculează mărimile $E\Pi_i$ şi Ec_i (tabelul 2) pentru toate criteriile.

Tabelul 2

Criteriul	Varianta			
	I		II	
	EC	EII	EC	EII
Y_1	0,125	0,6375	0	0,575
Y_2	0,1	0,6	0,4	0,7
Y_4	0	0,15	0,25	0,5

Rezultă:
D_1= [1,6125; 2,775] (varianta I);
D_2= [1,225; 2,35] (varianta II).

În această situaţie (fig.4) se poate spune că varianta II (stâlp tip PAS) este mai corespunzătoare din punctul de vedere al impactului cu mediul înconjurător.

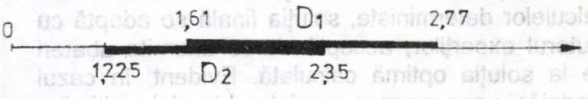


Fig.4.

Dacă intervalul D_1 ar fi inclus intervalul D_2, sau invers, nu s-ar fi putut stabili o anumită prioritate a variantelor şi ar fi fost necesar un rabat al valorii optime a criteriilor.

3. Posibilităţile de asociere a modelelor bazate pe teoria mulţimilor vagi cu modelele deterministe (tip CTA)

Din cele prezentate mai sus rezultă că există în prezent posibilitatea ordonării soluţiilor de realizare a obiectivelor electroenergetice, luând în considerare factori necuantificabili din punct de vedere economic. Aceasta permite, după părerea autorilor, să se rezolve problema complexă a selectării soluţiei optime cu considerarea simultană a tuturor factorilor, atât cuantificabili, cât şi necuantificabili economic. În acest scop se propune următoarea metodologie:

• Se ordonează soluţiile propuse cu ajutorul unui criteriu determinist (de exemplu CTA).

• Se determină ordinea de prioritate a soluţiilor cu ajutorul modelelor matematice specifice teoriei mulţimilor vagi considerând criteriile necuanti-ficabile economic.

• Se determină raportul dintre costul soluţiei optime găsită cu ajutorul teoriei mulţimilor vagi şi costul soluţiei optime după criteriul determinist. Având în vedere că majoritatea criteriilor necuantificabile economic sunt de natură ecologică, autorii denumesc acest coeficient, notat cu K_e, coeficient ecologic. Valoarea maximă a acestui coeficient trebuie să fie normată la nivelul sistemului electroenergetic pentru a putea fi folosită în proiectare.

Dacă $K_e \leq K_e$ (normat), se poate alege drept soluţie optimă soluţia prioritară găsită prin considerarea factorilor necuantificabili economic. În caz contrar, se calculează coeficienţii ecologici pentru următoarele variante.

Stabilirea valorii normate a coeficientului ecologic poate avea importanţă în evidenţierea eforturilor care se fac în cadrul unui sistem electroenergetic din punct de vedere electro-energetic.

Concluzii

Din cele de mai sus rezultă că aplicarea teoriei mulţimilor vagi permite extinderea formalizării unor procese în care intervin factori necuantificabili economic.

După cum s-a menţionat, chiar în cazul calculelor deterministe, soluţia finală se adoptă cu ajutorul experţilor, acceptându-se anumite abateri de la soluţia optimă calculată. Evident, în cazul modelării unor procese cu ajutorul teoriei mulţimilor vagi, rolul experţilor este mult mai mare.

Considerăm că implementarea metodelor bazate pe teoria mulţimilor vagi deschide un orizont de lucru în cercetare, datorită necesităţii stabilirii unor indicatori utili experţilor în adoptarea soluţiilor.

Lucrarea ilustrează în mod concret posibilităţile de asociere a modelelor deterministe cu cele bazate pe teoria mulţimilor vagi şi care ţin cont de factorii necuantificabili economic.

Introducerea coeficientului ecologic permite evaluarea eforturilor economice în scopuri ecologice.

BIBLIOGRAFIE

[1] Bellman R.E., Zadeh, L.A. *Decision - Making in Fuzzy Environment.* In: Management Science, no.4, 1970.

[2] Zadeh, L.A. *Fuzzy sets and information granularity. In advances in fuzzy set theory and applications.* Ed. M.M. Gupta, R.K. Ragade, R.R. Yager, Amsterdam, 1979.

[3] Kuzâmin, I. *Oţenka proiektnih variantov electriceskih setei po usloviam vliania na akrujaiuşciuiu sredu.* In: Elektricestvo, nr.1, 1985.

[4] Paspalova, T.G. *Oţenka elektrobezopasnosti na asnove teorii necetkih mnojestv:* In: Elektricestvo, nr.4. 1989.

[5] Poeată, A. *Consideraţii privind creşterea ponderii impactului estetic vizual şi selectarea variantelor de realizare a reţelelor electrice.* In: Energetica, seria A, nr.5, 1994.

Referent: prof. dr. ing. Nicolae Golovanov - Universitatea "Politehnica" Bucureşti

(Primit la 8 mai 1995, acceptat la 21 august 1995)

Comentariu

În cadrul lucrării autorii abordează o problemă de mare actualitate, cu implicaţii majore atât din punctul de vedere al deciziilor cu caracter economic, cât şi din punctul de vedere al compatibilităţii instalaţiilor energetice cu mediul ambiant.

Datorită duratei de viaţă relativ mari (peste 20 ani), prezenţa instalaţiilor energetice (linii, staţii electrice, centrale electrice) în mediul ambiant este de durată, orice decizie adoptată în prezent poate avea consecinţe importante pe perioade mari de timp. În acest sens, adoptarea de decizii numai pe criterii tehnico-economice, plecând de la minimizarea cheltuielilor totale actualizate, poate duce la soluţii care să nu fie viabile în timp.

Informaţiile care stau în prezent la baza unor importante decizii în domeniul energetic, în afara celor cu caracter tehnico-economic, trebuie completate cu date greu sau imposibil de cuantificat în metodologia actuală, care iau în consideraţie perturbaţiile determinate de prezenţa sau funcţionarea obiectivelor energetice (poluare vizuală, perturbarea mediului electromagnetic sau agricol, influenţe asupra organismelor vii etc.). Încercările efectuate până în prezent pentru a cuantifica aceste influenţe nu au dus la proceduri care să fie acceptate în pratica curentă de adoptare de decizii.

Lucrarea realizată de cei doi autori propune o soluţie posibilă pentru abordarea în mod ştiinţific a influenţei mărimilor greu cuantificabile şi care trebuie să fie luate în consideraţie la adoptarea de decizii în domeniul energetic.

Teoria mulţimilor vagi (fuzzy) a cunoscut o largă aplicaţie în ştiinţele moderne şi a permis rezolvarea unei arii largi de probleme practice. Lucrarea elaborată de cei doi autori propune implementarea, printr-o metodologie coerentă, a teoriei mulţimilor vagi în procesul de adoptare de decizii în domeniul energetic. Ca exemplu este prezentată o procedură privind utilizarea metodologiei propuse la adoptarea de decizii la realizarea de linii electrice aeriene de înaltă şi foarte înaltă tensiune.

În cadrul lucrării sunt prezentate aspecte teoretice ale metodologiei propuse cu indicarea principalelor concepte utilizate.

Aplicarea concretă a metodologiei propuse necesită însă date dificil de precizat şi posibil de obţinut doar de la experţi în domeniu. Chiar şi în condiţiile în care autorii propun un sistem practic de evaluare de către experţi a valorilor criteriilor, este greu de stabilit certitudinea valorilor obţinute. De asemenea, este greu de apreciat dacă pe durata de viaţă a instalaţiei energetice proiectată valorile criteriilor adoptate în prezent vor fi acceptabile în viitor.

Teoria mulţimilor vagi şi metodologia elaborată de cei doi autori pentru implementarea acestei teorii în procesul decizional în domeniul energetic reprezintă însă o abordare ştiinţifică a problemei şi, chiar dacă în prezent aplicarea practică conduce la o marjă relativ mare de incertitudine în lipsa informaţiilor necesare, ea permite ca în procesul de decizie să se reducă factorul subiectiv.

Deşi exemplul prezentat se referă la linii electrice aeriene, metodologia propusă în cadrul lucrării poate şi trebuie extinsă şi pentru alte obiective energetice, cu atât mai mult cu cât problemele privind încadrarea obiectivelor energetice în mediul ambiant vor avea în viitor o pondere din ce în ce mai mare în adoptarea de decizii în domeniul energetic, iar influenţele corespunzătoare pot fi apreciate, de cele mai multe ori, doar subiectiv. În acest sens, teoria mărimilor vagi şi metodologia propusă în lucrare pot deveni un preţios şi util instrument de lucru în procesul decizional în domeniul energetic.

Prof. dr. ing. Nicolae Golovanov-Facultatea de Energetică, Universitatea "Politehnica" Bucureşti

CALCULUL IMPORTANŢEI ELEMENTELOR DE REŢEA ÎN VEDEREA OPTIMIZĂRII STRUCTURII REŢELELOR ELECTRICE

ing. GHEORGHE HAZI *

În lucrare se propune un procedeu pentru determinarea "importanţei" elementelor constitutive ale reţelelor electrice - noduri şi laturi. Se analizează varianta de calcul completă şi se propun metode simplificate bazate pe generarea stărilor cu până la trei elemente defecte. Se prezintă, pe scurt, algoritmul şi aplicaţia de calcul realizată.

The paper presents a procedure for determining the "importance" of the component elements belonging to the power networks - nodes and sides. The complete computation variant is analysed and simplified methods based on states generating with up to 3 defective elements are shown. The algorithm and the computation software obtained, are briefly presented.

Descriptori: reţele electroenergetice de distribuţie, optimizări, "importanţă"

1. Prezentarea mărimilor

Cunoaşterea influenţei fiecărui element component al unei reţele asupra siguranţei în funcţionare a ansamblului este deosebit de utilă atât în studiile de planificare a dezvoltării reţelelor electrice, cât şi în exploatare, la stabilirea schemelor normale de funcţionare. Astfel, în faza de planificare se pot prevedea măsuri pentru ca elementele care au o pondere mare în siguranţa sistemului să fie realizate cu echipamente şi materiale cu performanţe ridicate sau să fie rezervate corespunzător. În exploatare, este necesar ca elementele esenţiale să fie în funcţiune, iar dacă, din diferite motive, anumite componente trebuie să fie deconectate sau retrase din exploatare, este bine ca acestea să aibă o influenţă cât mai mică asupra siguranţei în funcţionare a reţelei.

Influenţa unui element este determinată de:
- poziţia în schemă;
- fiabilitatea proprie;
- fiabilitatea celorlalte elemente.

Cuantificarea acestor aspecte este dată de mai mulţi indicatori [1]:

Greutatea - definită ca raportul dintre numărul de stări de succes generate de element şi numărul total de stări divizat prin 2:

$$G_{ij} = \frac{N_1^{ij} - N_0^{ij}}{2^{m-1}}, i, j \in n \,, \qquad (1)$$

unde:

N_1^{ij} este numărul de stări de succes ale reţelei cu elementul conectat între nodurile *i, j* în funcţiune;

N_0^{ij} - numărul de stări de succes ale reţelei cu elementul conectat între nodurile *i, j* defect;

m - numărul de elemente;

n - numărul de noduri.

Importanţa - definită ca derivata parţială a probabilităţii de succes a reţelei în raport cu probabilitatea de succes a elementului:

$$B_{ij} = \frac{\partial R_s}{\partial R_{ij}}, i, j \in n \,, \qquad (2)$$

unde:

R_s este probabilitatea de succes a sistemului ;

R_{ij} - probabilitatea de succes a elementului.

* Filiala Reţele Electrice Bacău

Aport - definit ca produsul dintre importanţa şi probabilitatea de succes a elementului:

$$A_{ij} = B_{ij} * R_{ij},\ i,j \in n. \qquad (3)$$

Greutatea unui element depinde numai de poziţia lui în schemă şi este numeric egală cu importanţa acestuia, dacă probabilităţile de succes pentru elemente sunt egale cu 0.5.

Importanţa depinde, pe lângă poziţia în schemă, şi de probabilităţile de funcţionare ale celorlalte elemente. Ea reprezintă gradientul probabilităţii de succes a reţelei în raport cu probabilitatea proprie de succes.

Criteriul **aport** ţine cont, în plus, şi de fiabilitatea proprie a elementului.

În lucrare se tratează calculul importanţei elementelor, dar, după cum se observă din relaţiile de definiţie, prin aceasta se dispune practic şi de aport.

O problemă delicată o reprezintă definirea **stării de succes** pentru reţea. Având în vedere scopul principal al acesteia, alimentarea cu energie electrică a consumatorilor, se consideră **stare de succes** acea stare în care se asigură tuturor consumatorilor puterile cerute, şi, în plus, sursele de putere activă au cel puţin o cale de evacuare a acesteia spre sistem. Deoarece pentru funcţionarea în siguranţă este necesară o legătură cu sistemul, se impune pentru starea de succes ca fiecare nod consumator sau generator să fie legat la nodul de echilibrare (definit în sensul teoriilor de calcul al regimurilor permanente) sau la un nod de frontieră (definit ca punct de legătură cu restul sistemului, prin care se poate asigura o putere cel puţin egală cu cea mai mare putere activă consumată într-un nod din reţea).

2. Calculul importanţei

Se obţine prin generarea automată a stărilor posibile ale reţelei, stabilirea, pentru fiecare stare, dacă este de succes şi, în acest caz, calculul derivatelor minitermenului aferent stării. Un minitermen este un produs de probabilităţi format din m factori, fiecare corespunzând unui element, intervenind R_{ij}, dacă elementul este în funcţiune în starea aferentă sau $(1 - R_{ij})$, dacă acesta este defect.

Probabilitatea de succes staţionară a sistemului se defineşte prin suma minitermenilor corespunzători stărilor de succes:

$$R_s = \sum_{k \in S} \prod_{i,j \in F} R_{ij} \cdot \prod_{p,q \in NF} (1 - R_{pq}) \ , \qquad (4)$$

unde F arată că elementul ij este în funcţiune, iar NF arată că elementul pq este defect în starea respectivă; s reprezintă mulţimea stărilor de succes pentru reţea.

Rezultă importanţa elementului ij pentru funcţionarea sistemului:

$$B_{ij} = \frac{\partial R_s}{\partial R_{ij}} = \sum_{k \in S} \cdot \prod_{\substack{u,v \in F \\ u,v \neq i,j}} R_{uv} \cdot \prod_{p,q \in NF} (1 - R_{pq}), i,j \in n, \qquad (5)$$

dacă elementul ij este în funcţiune în starea respectivă, şi:

$$B_{ij} = \frac{\partial R_s}{\partial R_{ij}} = -\sum_{k \in S} \prod_{u,v \in F} R_{uv} \cdot \prod_{\substack{p,q \in NF \\ p,q \neq i,j}} (1 - R_{pq}), i,j \in n, \qquad (6)$$

dacă elementul ij nu este în funcţiune în starea k.

Potrivit [2], relaţii de forma (4) se pot utiliza dacă este respectată condiţia:

$$\frac{\lambda}{\mu} \leq 0.05, \qquad (7)$$

unde:

$$\lambda = \frac{1}{MTBF}; \mu = \frac{1}{MTR} \qquad (8)$$

reprezintă intensitatea de defectare, respectiv de reparare a unui element:
MTBF - media timpului de bună funcţionare;
MTR - media timpului de reparare.

Pentru elementele reţelelor electrice condiţia (7) este întotdeauna respectată.

Generarea celor 2^m stări se realizează prin incrementarea succesivă a unui număr binar format din m cifre cu valoarea iniţială 0. Pentru fiecare valoare a numărului binar cifrele acestuia ne dau stările elementelor.

Testarea stării (succes sau insucces) impune verificarea că fiecare nod cu consum direct de energie, ca şi cele cu surse conectate, au cel puţin o legătură cu nodul de echilibrare sau cu un nod de frontieră. În acest scop se construieşte o matrice de structură $[X]$, cu elemente x_{ij} mărimi binare cu valoarea 1 dacă există o legătură în funcţiune între nodurile i şi j şi zero în caz contrar. $[X]$ este o matrice superior triunghiulară, de dimensiune n x n, având aceeaşi structură şi sparsitate ca şi matricea admitanţelor nodale. Verificarea existenţei unei legături (directe sau prin reţea) între două noduri p şi q se face simulând eliminarea nodurilor pe matricea de structură până când x_{pq} =1. Dacă după eliminarea tuturor nodurilor, mai puţin cele în cauză, x_{pq} = 0, atunci între cele două noduri nu există o legătură în starea respectivă.

Având în vedere volumul mare de calcul, mai ales în faza de verificare a stării de succes, autorul

a testat şi variante mai rapide, în care se generează numai stările cu 1, 2 sau 3 elemente defecte.

Tot pentru reducerea numărului de stări generate şi explorate, de la început se stabilesc nodurile prin a căror defectare rămâne cel puţin un nod consumator sau generator nelegat la sistem. Stările în care aceste noduri nu sunt în funcţiune nu mai sunt generate, deoarece în mod sigur sunt stări de insucces.

Algoritmul de calcul al importanţei elementelor este prezentat în figura 1.

3. Calculul probabilităţilor de succes ale elementelor

În relaţiile (4), (5), (6) R_{ij} reprezintă probabilitatea de succes a elementului *ij* (nod sau latură) şi se determină după cum urmează:

• pentru noduri, exclusiv nodul de echilibrare şi nodurile de frontieră, R_{ii} este probabilitatea intrinsecă de funcţionare a nodului (staţiei), depinzând de tipul acestuia:

- pentru staţii cu BSS (bară simplă

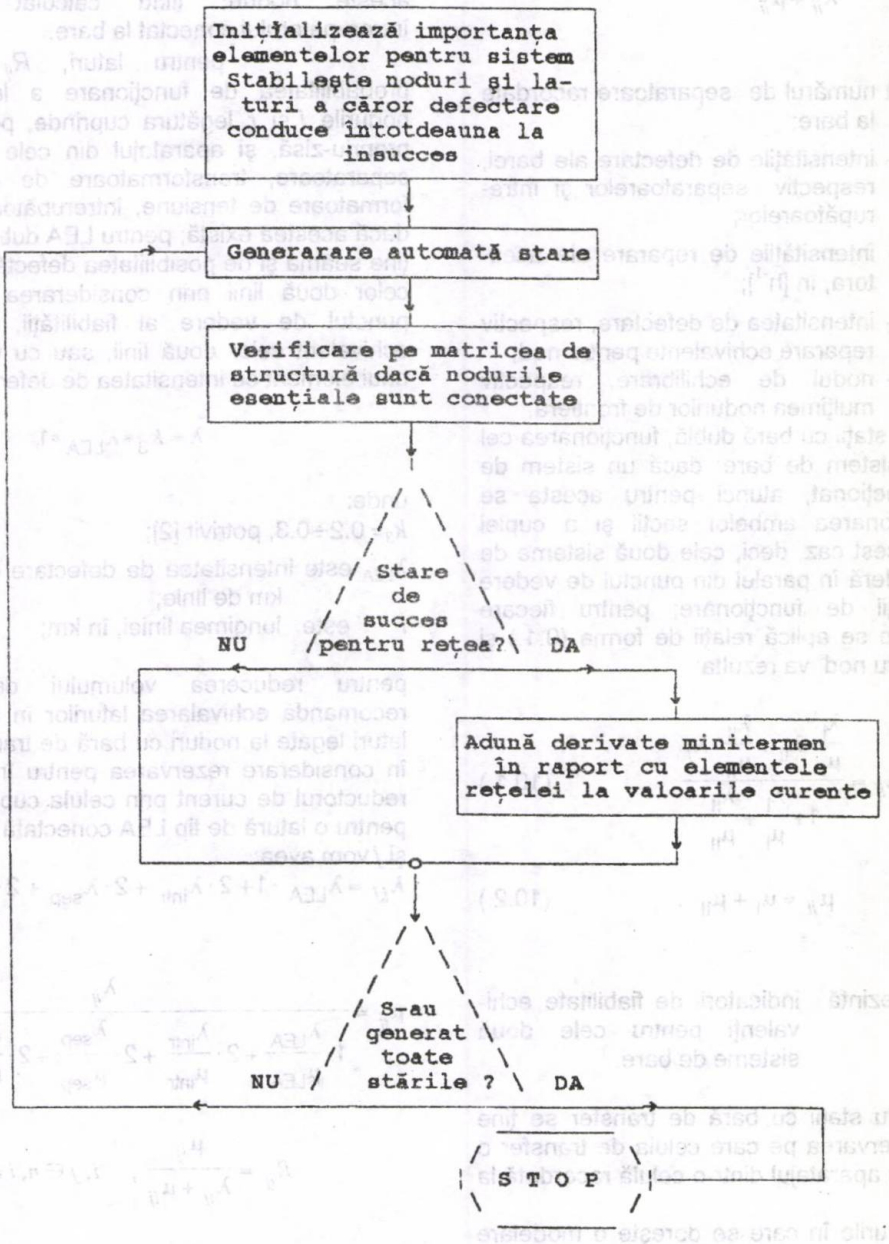


Fig.1. Algoritmul de determinare a importanţei elementelor.

secţionată) funcţionarea ambelor secţii şi a cuplei longitudinale (cu sau fără întrerupător pe cuplă):

$$\lambda_{ii} = 2 \cdot \lambda_{bara} + nr_{sep} * \lambda_{sep} + \lambda_{intr}, \quad (9.1.)$$

$$\mu_{ii} = \frac{\lambda_{ii}}{2 \cdot \frac{\lambda_{bara}}{\mu_{bara}} + nr_{sep} \cdot \frac{\lambda_{sep}}{\mu_{sep}} + \frac{\lambda_{intr}}{\mu_{intr}}}, \quad (9.2.)$$

$$R_{ii} = \frac{\mu_{ii}}{\lambda_{ii} + \mu_{ii}}, i \in N \setminus \{e,f\}, \quad (9.3.)$$

unde:

nr_{sep} reprezintă numărul de separatoare racordate la bare;

λ_{bara}, λ_{sep}, λ_{intr}- intensităţile de defectare ale barei, respectiv separatoarelor şi întrerupătoarelor;

μ_{bara}, μ_{sep}, μ_{intr}- intensităţile de reparare ale acestora, în $[h^{-1}]$;

λ_{ii}, μ_{ii} - intensitatea de defectare, respectiv reparare echivalente pentru nod;

e, f - nodul de echilibrare, respectiv mulţimea nodurilor de frontieră;

- pentru staţii cu bară dublă, funcţionarea cel puţin a unui sistem de bare; dacă un sistem de bare este secţionat, atunci pentru acesta se impune funcţionarea ambelor secţii şi a cuplei aferente; în acest caz, deci, cele două sisteme de bare se consideră în paralel din punctul de vedere al probabilităţii de funcţionare; pentru fiecare sistem de bare se aplică relaţii de forma (9.1.) şi (9.2.), iar pentru nod va rezulta:

$$\lambda_{ii} = \frac{\frac{\lambda_I}{\mu_I} \cdot \lambda_{II} + \frac{\lambda_{II}}{\mu_{II}} \cdot \lambda_I}{1 + \frac{\lambda_I}{\mu_I} + \frac{\lambda_{II}}{\mu_{II}}}, \quad (10.1.)$$

$$\mu_{ii} = \mu_I + \mu_{II}, \quad (10.2.)$$

unde:

$\lambda_I, \lambda_{II}, \mu_I, \mu_{II}$ reprezintă indicatorii de fiabilitate echivalenţi pentru cele două sisteme de bare.

- pentru staţii cu bară de transfer se ţine seama de rezervarea pe care celula de transfer o asigură pentru aparatajul dintr-o celulă racordată la bare;

- în cazurile în care se doreşte o modelare mai bună a nodurilor cu mai multe secţii sau sisteme de bare se poate defini câte un nod pentru fiecare secţie sau sistem de bare.

• pentru nodul de echilibrare şi pentru nodurile de frontieră se folosesc indicatorii echivalenţi, $\lambda_{e,i}$, μ_{ei} calculaţi de ISPE, rezultând pentru nod:

$$R_{ii} = \frac{\mu_{ei}}{\lambda_{ei} + \mu_{ei}}, i \in e \cup f, \quad (11)$$

De precizat că pentru aceste noduri R_{ii} reprezintă probabilitatea asociată de funcţionare a nodului, ţinând seama de aportul sistemului în aceste noduri, fiind calculat la bornele întrerupătorului conectat la bare.

• pentru laturi, R_{ij} reprezintă probabilitatea de funcţionare a legăturii dintre nodurile *i* şi *j*, legătura cuprinde, pe lângă latura propriu-zisă, şi aparatajul din cele două capete: separatoare, transformatoare de curent, transformatoare de tensiune, întrerupătoare, siguranţe, dacă acestea există; pentru LEA dublu circuit se va ţine seama şi de posibilitatea defectării simultane a celor două linii prin considerarea în serie, din punctul de vedere al fiabilităţii, cu elementul echivalent celor două linii, sau cu fiecare linie, a unui element cu intensitatea de defectare:

$$\lambda = k_3 * \lambda_{LEA} * l, \quad (12)$$

unde:

k_3= 0.2÷0.3, potrivit [2];

λ_{LEA} este intensitatea de defectare echivalentă pe km de linie;

l este lungimea liniei, în km;

pentru reducerea volumului de calcul se recomandă echivalarea laturilor în paralel; pentru laturi legate la noduri cu bară de transfer se va lua în considerare rezervarea pentru întrerupătorul şi reductorul de curent prin celula cuplei de transfer; pentru o latură de tip LEA conectată între nodurile *i* şi *j* vom avea:

$$\lambda_{ij} = \lambda_{LEA} \cdot l + 2 \cdot \lambda_{intr} + 2 \cdot \lambda_{sep} + 2 \cdot \lambda_{TT} + 2 \cdot \lambda_{TC}, \quad (13.1.)$$

$$\mu_{ij} = \frac{\lambda_{ij}}{l \cdot \frac{\lambda_{LEA}}{\mu_{LEA}} + 2 \cdot \frac{\lambda_{intr}}{\mu_{intr}} + 2 \cdot \frac{\lambda_{sep}}{\mu_{sep}} + 2 \cdot \frac{\lambda_{TT}}{\mu_{TT}} + 2 \cdot \frac{\lambda_{TC}}{\mu_{TC}}}, \quad (13.2.)$$

$$R_{ij} = \frac{\mu_{ij}}{\lambda_{ij} + \mu_{ij}}, \quad i, j \in n, i \neq j, \quad (13.2.)$$

în care λ_{TT}, μ_{TT}, λ_{TC}, μ_{TC} reprezintă indicatorii de fiabilitate pentru reductoare de tensiune, respectiv de curent; pentru laturi de tip trafo se procedează

în mod similar; pentru o LEA dublu circuit, având în vedere observaţiile de mai sus, rezultă:

$$\lambda_{LD} = \frac{2 \cdot \lambda_L^2}{\mu_L + 2 \cdot \lambda_L} \qquad (14.1.)$$

$$\mu_{LD} = 2 \cdot \mu_L \qquad (14.2.)$$

$$\lambda_{ij} = \lambda_{LD} + k_3 \cdot \lambda_{LEA} \cdot 1 \qquad (14.3.)$$

$$\mu_{ij} = \frac{\lambda_{ij}}{\frac{\lambda_{LD}}{\mu_{LD}} + k_3 \cdot 1 \cdot \frac{\lambda_{LEA}}{\mu_{LEA}}}, \qquad (14.4.)$$

unde:

λ_L, μ_L reprezintă indicatorii pentru o linie, calculaţi cu relaţii de forma (13.1.), (13.2.);

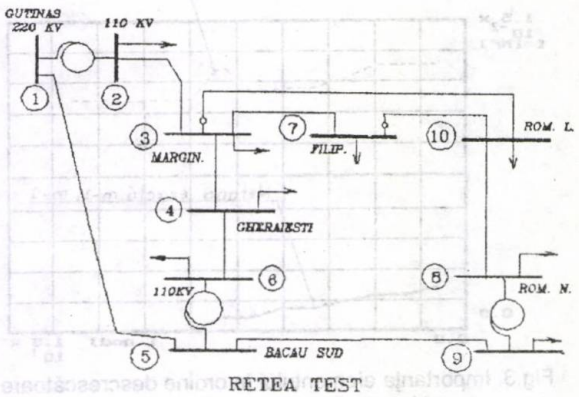
λ_{LD}, μ_{LD} - indicatorii echivalenţi pentru LEA DC.

4. Teste şi verificări

Pentru testarea algoritmului s-a realizat o aplicaţie de calcul, care foloseşte informaţiile aferente regimului permanent, asociind fişierului de reţea un fişier cu informaţii specifice calculelor de fiabilitate.

Algoritmul a fost testat pe o reţea 220/110 kV aflată în exploatarea F.R.E. Bacău. Schema reţelei este dată în figura 2.

Rezultatele obţinute cu metoda exactă sunt date în tabelul 1.



RETEA TEST
Fig.2.

Tabelel 1

Nr. crt.	Tipul elementului	Nod 1	Nod 2	Tensiuni [kV]	Probabilitate de succes	Importanţa
1	L	4	6	120/120	0.99999950368	2.09739789379965E-3
2	L	8	10	120/115	0.99999974523	1.73435073746779E-3
3	L	2	3	120/115	099999774920	1.59243193419126E-3
4	L	3	4	115/120	0.99930548270	1.40571308618462E-3
5	L	7	10	115/115	0.99887626422	1.14306088004739E-3
6	L	3	7	115/115	0.99885630954	1.12311728607107E-3
7	L	5	6	235/120	0.99859697129	6.94630723525780E-4
8	N	5	-	235	0.99999998720	6.93656145553330E-4
9	L	1	2	238/120	0.99840668908	2.25753804358381E-6
10	L	5	9	235/235	0.99832364820	1.22330163915003E-6
11	L	1	5	238/235	0.99823644893	1.16281515234121E-6
12	L	8	9	120/235	0.99826468326	2.54625791956117E-7
13	L	3	10	115/115	0.99831783448	7.58114182207804E-9

Probabilitatea de succes a reţelei : 0.999443325361672

Pentru reţeaua analizată s-a impus că defectarea oricărui nod (bară din staţie), cu excepţia nodului Bacău-Sud, duce la pierderea stării de succes pentru reţea. A rezultat un număr de 13 elemente (12 laturi şi un nod, 5) prin a căror simplă defectare starea de succes nu este afectată. Nodul de echilibrare este Gutinaş 220 kV, iar noduri de frontieră Roman-Nord 220 kV şi Roman-Laminor. Evident, pentru nodurile esenţiale, care afectează direct siguranţa în funcţionare a reţelei, importanţa are valori apropiate de unitate (egale cu probabilitatea de succes a reţelei împărţită la probabilitatea de succes a elementului).

Se poate observa că ordinul de mărime al importanţei variază, pentru reţeaua test, între 1 şi 10^{-9}. În figura 3 sunt trasate curbele importanţei nodurilor obţinute prin cele patru metode, având în abscisă ordinea nodurilor din tabelul 1, iar în figura 4 curbele importanţei obţinute prin primele trei metode. Comparând graficele obţinute se poate conchide că metoda m-3, m-2 dă rezultate apropiate de metoda exactă, iar metoda m-1 dă rezultate eronate, modificând semnificativ atât ordinea, cât şi valorile importanţei.

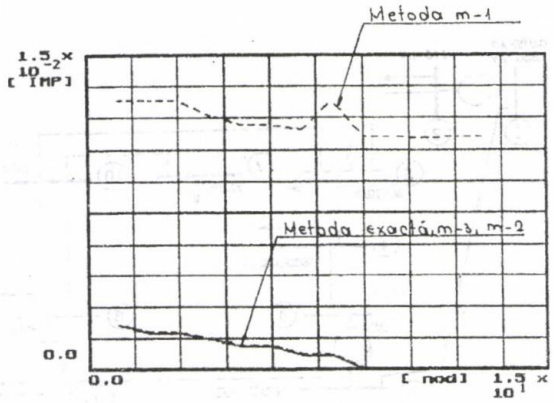


Fig.3. Importanţa elementului în ordine descrescătoare. Metoda exactă, m-3, m-2, m-1.

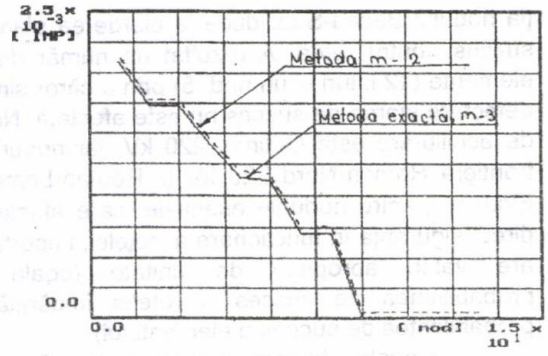


Fig.4. Importanţa elementelor în ordine descrescătoare. Metoda exactă, m-3, m-2.

Totuşi, aşa cum se observă din figurile 5, 6, 7, metoda m-2 nu stabileşte corect ordinea elementelor mai puţin importante.

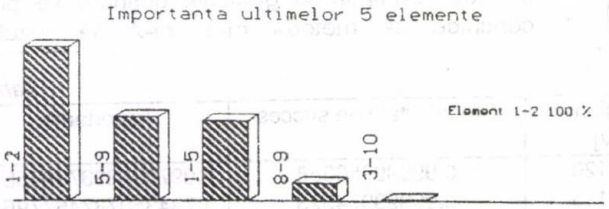


Fig.5. Metoda exactă.

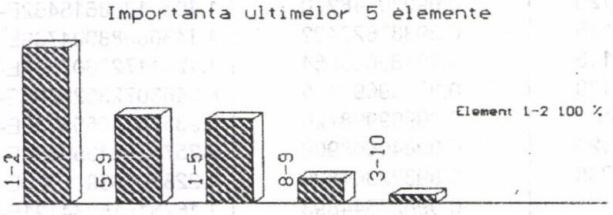


Fig.6. Metoda m-3.

În metoda exactă se generează 2^{13} - 8192 stări, în metoda m-3, $C_{13}^3 + C_{13}^2 + C_{13}^1 + 1 = 378$, în metoda m-2, $C_{13}^2 + C_{13}^1 + 1 = 92$, iar în metoda m-1, $C_{13}^1 + 1 = 14$ stări.

Fig.7. Metoda m-2.

Durata de calcul, pe un PC AT- 386, este de circa 46.35 s pentru metoda exactă, 3.08 s pentru metoda m-3 şi 0.71 s pentru metoda m-2. Rezultă o reducere de 15 ori a timpului de calcul la trecerea de la metoda exactă la metoda m-3 şi de 65 de ori la trecerea de la metoda exactă m-2.

Concluzii

În lucrare se propune un procedeu de calcul al importanţei elementelor - gradientului probabilităţii de succes a reţelei în raport cu probabilitatea de succes a elementului - dintr-o reţea complexă pornind de la informaţiile necesare pentru calcul regimului permanent, completate cu informaţii specifice. Din testele efectuate de autor rezultă următoarele:

- calculul se poate face prin considerarea stărilor cu până la trei elemente defecte (m-3 în funcţiune), întotdeauna când interesează ordinea elementelor după importanţă; această metodă poate fi aplicată numai atunci când interesează valorile absolute pentru elementele cele mai puţin importante; se realizează o reducere a timpului de calcul de 13 ori;
- cu anumite precauţii se pot considera numai stările cu până la două elemente defecte (m-2 în funcţiune), dacă nu interesează ordinea importanţei elementelor în ultima ei parte; aplicarea variantei asigură o reducere a duratei de calcul de 65 ori;
- cunoaşterea importanţei elementelor asigură identificarea directă a punctelor din reţea în raport cu care siguranţa în funcţionare a acesteia prezintă o sensibilitatea ridicată;
- în viitor, în vederea perfecţionării metodei, se va face şi verificarea încărcării laturilor, cu evidenţierea contingentelor critice.

BIBLIOGRAFIE

[1] Riabinin, I.A, Parfenov, Iu. M., Hvatov, V.A. *Opredelenie priraşceniia nadejnosti sistemî pri izmeneniah eeo structurî i harakeristik.* In: IAN SSSR Energhetika i transport, 1/1980, p.36 - 44.

[2] * * * PE-013/84, *Normativ privind metodele şi elementele de calcul al siguranţei în funcţionare a instalaţiilor energetice,* ICEMENERG, 1984.

Referent: ing. Manfred Stein - Institutul de Studii şi Proiectări Energetice, Bucureşti

(Primit la 8 mai 1995, acceptat la 21 august 1995)

CALCULUL PIERDERILOR DE ENERGIE ÎN REŢELELE DE DISTRIBUŢIE FOLOSIND DESCOMPUNEREA GRAFICELOR DE SARCINĂ ÎN SERII FOURIER

conf. dr. ing. GHEORGHE GEORGESCU; prof. dr. ing. ALEXANDRU POEATĂ;
şl. ing. MIHAI GAVRILAŞ*

Pentru calculul pierderilor de energie în elementele reţelelor de distribuţie autorii analizează posibilitatea folosirii descompunerii în serii Fourier a graficelor de sarcină din nodurile reţelelor. Rezultatele obţinute arată că, din punctul de vedere al preciziei, este suficientă reţinerea în calcul a numai trei armonici. Folosirea acestei metode, asociată cu modelarea graficelor de sarcină cu ajutorul graficelor tip ale consumatorilor, conduce la micşorarea substanţială a numărului de măsurători necesar a fi efectuate în reţea şi a timpului de calcul.

The authors study the possible use of a Fourier's series decomposition of the consumers load curves in order to determine the energy losses in the elements of the distribution networks. A good enough accuracy was obtained by an approximation of the load curves using only the first 3 harmonics of the Fourier,s decomposition. Using this method and modelling the load curves by means of typical ones, it results in a substantial reduction of the number of measurements in the network and of the computational time.

Descriptori: reţele de distribuţie, serie Fourier, pierderi de energie

Introducere

Calculul pierderilor de energie în reţelele de distribuţie de medie şi joasă tensiune este îngreuiat de particularităţile acestora: numărul mare de elemente componente (linii, transformatoare); diversitatea consumului; numărul mare de noduri; răspândirea într-un teritoriu larg, ceea ce face dificilă culegerea informaţiilor.

În prezent, majoritatea metodelor propuse apelează la mijloace de calcul automat, asigurând o precizie acceptabilă a rezultatelor, pe baza unui compromis între numărul datelor de intrare (măsurători directe în reţele), memoria folosită şi timpul de calcul. Printre metodele citate mai des în literatura de specialitate figurează modelele statistice, care înlătură unele dificultăţi legate de caracterul probabilist al sarcinilor [1, 2] şi modelarea sarcinilor din nodurile reţelelor de distribuţie cu ajutorul graficelor tip ale consumatorilor [3,4]. Ambele metode au meritul de a înlătura costul prohibitiv al unor măsurători directe în reţea.

O serie de cercetări recente au pus în evidenţă noi posibilităţi de utilizare a graficelor de sarcină în studiile de optimizare a funcţionării reţelelor electrice. Una dintre acestea, [5], propune utilizarea modelului aproximativ obţinut prin dezvoltarea în serii Fourier a graficelor reale de sarcină din nodurile reţelelor de distribuţie.

În cele ce urmează se prezintă unele rezultate obţinute de autori în cadrul unui studiu referitor la posibilitatea aplicării acestei metode la calculul pierderilor de energie în reţelele de distribuţie de medie şi joasă tensiune.

1. Modelul matematic

Funcţiile $P_{i,t}$ şi $Q_{i,t}$, reprezentând graficele de sarcină activă şi reactivă din nodul i al unei reţele de distribuţie, pe un interval T, se descompun în serii Fourier sub forma:

* Universitatea Tehnică Iaşi.

$$P_{i,t} = \bar{P}_i + \sum_{k=1}^{N} A_{i,k}^{P} \sin\left(\frac{2k\pi}{T}t\right) + \sum_{k=1}^{N} B_{i,k}^{P} \cos\left(\frac{2k\pi}{T}t\right)$$

$$Q_{i,t} = \bar{Q}_i + \sum_{k=1}^{N} A_{i,k}^{Q} \sin\left(\frac{2k\pi}{T}t\right) + \sum_{k=1}^{N} B_{i,k}^{Q} \cos\left(\frac{2k\pi}{T}t\right) \quad (1)$$

unde:

N este numărul de armonici luate în considerație;

t - numărul palierului orar din graficul de sarcină zilnic: $t = \overline{1,T}$ (de regulă T=24);

$\bar{P}_i, \bar{Q}_i$ - valorile medii ale puterilor activă și reactivă pe intervalul T, în nodul i;

$A_{i,k}^{P}, B_{i,k}^{P}, A_{i,k}^{Q}, B_{i,k}^{Q}$ - coeficienții Fourier corespunzători armonicii k, pentru puterile activă și reactivă din nodul i.

Coeficienții Fourier se pot determina cu următoarele relații:

$$A_{i,k}^{P} = \frac{1}{k\pi}\sum_{t=1}^{T} P_{i,t}\left[\cos\frac{2k\pi}{T}(t-1) - \cos\frac{2k\pi}{T}t\right]$$

$$B_{i,k}^{P} = \frac{1}{k\pi}\sum_{t=1}^{T} P_{i,t}\left[\sin\frac{2k\pi}{T}t - \sin\frac{2k\pi}{T}(t-1)\right]$$

$$A_{i,k}^{Q} = \frac{1}{k\pi}\sum_{t=1}^{T} Q_{i,t}\left[\cos\frac{2k\pi}{T}(t-1) - \cos\frac{2k\pi}{T}t\right] \quad (2)$$

$$B_{i,k}^{Q} = \frac{1}{k\pi}\sum_{t=1}^{T} Q_{i,t}\left[\sin\frac{2k\pi}{T}t - \sin\frac{2k\pi}{T}(t-1)\right]$$

unde $P_{i,t}$ și $Q_{i,t}$ sunt sarcinile activă și reactivă în nodul i la ora t.

Pentru rețelele radiale, pierderile de energie pe un element al acestora, caracterizat de rezistența R, într-un interval T, pot fi calculate cu expresia:

$$\Delta W = \frac{R}{U^2}\left(\sum_{t=1}^{T} P_t^2 + \sum_{t=1}^{T} Q_t^2\right), \quad (3)$$

în care $P_t = \sum_i P_{i,t}$ și $Q_t = \sum_i Q_{i,t}$ reprezintă circulațiile de putere activă și reactivă pe elementul de rețea considerat (sumele $\sum_i$, în relațiile anterioare și în cele ce urmează, se efectuează pentru toate nodurile i situate în aval de elementul analizat).

Conform teoremei lui Parceval sumele din relațiile (3), în cazul în care graficele de sarcină nodală au fost descompuse după relațiile (1), se pot determina astfel:

$$\sum_{t=1}^{T} P_t^2 = \left\{\bar{P}^2 + \sum_{k=1}^{N}\left[\left(\frac{A_k^P}{\sqrt{2}}\right)^2 + \left(\frac{B_k^P}{\sqrt{2}}\right)^2\right]\right\}T + \varepsilon_P^2,$$

$$\sum_{t=1}^{T} Q_t^2 = \left\{\bar{Q}^2 + \sum_{k=1}^{N}\left[\left(\frac{A_k^Q}{\sqrt{2}}\right)^2 + \left(\frac{B_k^Q}{\sqrt{2}}\right)^2\right]\right\}T + \varepsilon_Q^2, \quad (4)$$

unde:

$\bar{P} = \sum_i P_i$ este valoarea medie a sarcinii active pe elementul analizat în intervalul T;

$\bar{Q} = \sum_i Q_i$ - valoarea medie a sarcinii reactive pe elementul analizat în intervalul T;

$A_k^P, B^{Pk}, A_k^Q, B_k^Q$ - coeficienții Fourier corespunzători graficelor de sarcină activă și reactivă asociate elementului de rețea:

$$A_k^P = \sum_i A_{i,k}^P \qquad B_k^P = \sum_i B_{i,k}^P$$

$$A_k^Q = \sum_i A_{i,k}^Q \qquad B_k^Q = \sum_i B_{i,k}^Q$$

$\varepsilon_P^2, \varepsilon_Q^2$ - erori determinate de neglijarea armonicilor cu rang mai mare ca N.

Înlocuind expresiile (4) în relația (3), se constată că pierderile de energie pot fi calculate numai cu ajutorul valorilor medii ale sarcinilor și coeficienților Fourier corespunzători diferitelor armonici, în total $2*N+1$ determinări. Practic, se înlocuiește calculul a T regimuri corespunzătoare palierelor din graficele de sarcină cu $2*N+1$ regimuri asociate descompunerii în serii Fourier, conform relației:

$$\Delta W = \Delta\bar{P} * T + \sum_{k=1}^{N}\left(\Delta P_k' + \Delta P_k''\right) * T + \varepsilon_W \quad (5)$$

unde:

$\Delta\bar{P} = \frac{R}{U^2}\left(\bar{P}^2 + \bar{Q}^2\right)$ reprezintă pierderile de putere datorate circulațiilor sarcinilor medii activă și reactivă;

$$\Delta P_k' = \frac{R}{U^2}\left[\left(\frac{A_k^P}{\sqrt{2}}\right)^2 + \left(\frac{A_k^Q}{\sqrt{2}}\right)^2\right]; \quad \Delta P_k'' = \frac{R}{U^2}\left[\left(\frac{B_k^P}{\sqrt{2}}\right)^2 + \left(\frac{B_k^Q}{\sqrt{2}}\right)^2\right]$$

- pierderile de putere asociate armonicii k, calculate în două regimuri staționare, considerând în noduri următoarele sarcini:

$$P'_{i,k} = \frac{A^P_{i,k}}{\sqrt{2}} \qquad P''_{i,k} = \frac{B^P_{i,k}}{\sqrt{2}}$$

$$Q'_{i,k} = \frac{A^Q_{i,k}}{\sqrt{2}} \qquad Q''_{i,k} = \frac{B^Q_{i,k}}{\sqrt{2}}$$

ε_W - eroarea determinată de neconsiderarea armonicilor cu rang mai mare ca N.

Conform modelului matematic descris, pentru calculul pierderilor de energie în elementele reţelelor de distribuţie cu configuraţie radială este suficientă analiza a $2*N+1$ regimuri de funcţionare. Ţinând totodată seama de scopul urmărit (reducerea timpului de calcul şi menţinerea preciziei), rezultă că utilizarea metodei prezentate se justifică numai pentru cazurile în care este satisfăcută inegalitatea $2*N+1 < T$ (T - numărul de paliere din graficele de sarcină).

2. Rezultate numerice

Metoda prezentată a fost testată pe un număr relativ mare de reţele de distribuţie de joasă şi medie tensiune, urmărindu-se determinarea numărului minim de armonici necesar a fi luate în consideraţie pentru înscrierea erorilor în limite acceptabile.

În cele ce urmează sunt prezentate rezultatele obţinute pentru reţeaua de distribuţie de medie tensiune (20 kV), a cărei schemă monofilară este reprezentată în figura 1. Reţeaua este formată din doi distribuitori ce alimentează 12 posturi de transformare, echipate cu transformatoare de 400 sau 630 kVA, deservind consumatori casnici şi edilitari.

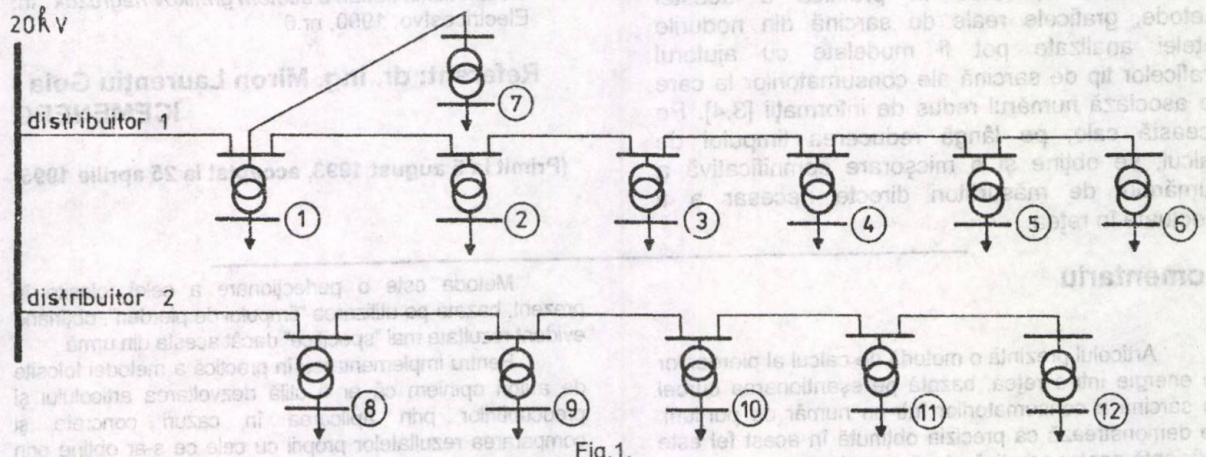


Fig.1.

Pentru determinarea pierderilor zilnice prin efect Joule, au fost înregistrate graficele zilnice de sarcină activă şi reactivă la nivelul barelor de joasă tensiune ale posturilor de transformare pentru o zi lucrătoare de vară. Graficele înregistrate au fost prelucrate sub forma a 24 paliere orare, efectuându-se calculul a 24 regimuri de funcţionare, în vederea stabilirii pierderilor reale de energie pe elementele reţelei (linii şi transformatoare), precum şi pe total reţea. Rezultatele obţinute sunt reproduse în tabelul 1.

Tabelul 1

Distribuitor	Pierderi de energie zilnice prin efect Joule [kWh]		
	Linii	Transformatoare	Total
Distribuitor 1	10.01	44.88	54.89
Distribuitor 2	3.48	33.71	37.19
Total reţea	13.49	78.99	92.08

În scopul determinării numărului optim de armonici necesar a fi luat în consideraţie în cazul utilizării metodei descompunerii graficelor de sarcină în serii Fourier, pierderile de energie au fost evaluate folosind 0, 1, 2, 3 armonici (0 - corespunde situaţiei în care pierderile au fost determinate numai cu sarcinile medii din graficele de sarcină). Rezultatele, în valori absolute, precum şi abaterile procentuale faţă de situaţia reală (tabelul 1), sunt indicate în tabelul 2.

Din analiza rezultatelor prezentate în acest tabel se constată că eroarea la calculul pierderilor de energie în elementele reţelelor de distribuţie nu depăşeşte 2 %, dacă dezvoltarea în serii Fourier a graficelor de sarcină conţine numai 3 armonici. Atingerea unei asemenea precizii nu justifică considerarea unui număr mai mare de armonici, mai ales că aceasta ar conduce la creşterea numărului de regimuri care trebuie analizate. Prin urmare, pentru evluarea pierderilor zilnice de energie folosind metoda prezentată este suficient calculul a numai $2 * 3 + 1 = 7$ regimuri de funcţionare, în comparaţie cu 24 regimuri orare, când se folosesc graficele reale de sarcină prelucrate sub formă de paliere orare.

Tabelul 2

Distribuitor	Număr armonici	Pierderi de energie zilnice prin efect Joule şi abaterile faţă de pierderile reale					
		Linii		Transformatoare		Total	
		ΔW [kWh]	ε [%]	ΔW [kWh]	ε [%]	ΔW [kWh]	ε [%]
Distribuitor 1	0	9.62	- 3.40	40.90	- 8.87	50.52	-7.96
	1	13.15	+31.37	55.30	+23.24	68.46	+24.72
	2	9.85	-1.60	42.99	-4.21	52.84	- 3.73
	3	9.92	-0.90	44.16	-1.60	54.08	- 1.47
Distribuitor 2	0	3.26	-6.32	29.63	-12.10	32.89	-11.56
	1	4.30	+23.25	39.70	17.77	44.00	+18.31
	2	3.34	-4.02	32.32	-4.12	35.66	-4.11
	3	3.43	-1.44	33.34	-1.10	36.77	-1.13
Distribuitor 3	0	12.88	-4.52	70.53	-10.26	83.41	-9.42
	1	17.45	+29.36	95.00	+20.88	112.45	+22.12
	2	13.19	-2.22	75.31	-4.17	88.50	-3.89
	3	13.35	-1.04	77.50	-1.39	90.85	-1.33

Aceste concluzii au fost confirmate şi de rezultatele testelor efectuate pentru alte reţele de distribuţie din mediul urban şi rural.

Concluzii

Folosirea metodei descompunerii graficelor de sarcină în serii Fourier la calculul pierderilor de energie în reţelele de distribuţie de joasă şi medie tensiune asigură reducerea substanţială a numărului de regimuri necesar a fi calculate, implicit a timpului de calcul, conducând la erori care nu depăşesc 2 %. Testele efectuate au arătat că, indiferent de categoria de consum, la descompunerea graficelor de sarcină în serii Fourier numărul optim de armonici este 3. Nu se recomandă considerarea unui număr mai mare de armonici, deoarece eventuala îmbunătăţire a preciziei este nesemnificativă în comparaţie cu creşterea timpului de calcul.

Pentru aplicarea în practică a acestei metode, graficele reale de sarcină din nodurile reţelei analizate pot fi modelate cu ajutorul graficelor tip de sarcină ale consumatorilor la care se asociază numărul redus de informaţii [3,4]. Pe această cale, pe lângă reducerea timpului de calcul, se obţine şi o micşorare semnificativă a numărului de măsurători directe necesar a fi efectuate în reţea.

Comentariu

Articolul prezintă o metodă de calcul al pierderilor de energie într-o reţea, bazată pe eşantionarea curbei de sarcină a consumatorilor într-un număr de porţiuni. Se demonstrează că precizia obţinută în acest fel este suficientă pentru practică, dacă eşantionarea se face în cel puţin trei porţiuni. În acest caz se obţine pratic aceeaşi precizie a calculului ca la împărţirea în 24 de porţiuni.

Metoda este o perfecţionare a celei folosite în prezent, bazată pe utilizarea "timpului de pierderi", obţinând evident rezultate mai "specifice" decât acesta din urmă.

Pentru implementarea în practică a metodei folosite de autori opiniem că ar fi utilă dezvoltarea articolului şi preocupărilor prin aplicarea în cazuri concrete şi compararea rezultatelor proprii cu cele ce s-ar obţine prin aplicarea metodei timpului de pierderi, care este mai sintetică şi care se foloseşte pe larg în practica inginerească.

Dr. ing. Miron Laurenţiu Goia - ICEMENERG.

BIBLIOGRAFIE

[1] Canal, M., Fieux, H., Landry, M. *Le systeme informatique de gestion des ouvrages BT. Calcul des charges applées par les réseaux basse tension.* In: RGE, 1984, nr.2, p.101 - 108.

[2] Cârţină, Gh., Alexandru, V. *Utilizarea modelelor statistice în optimizarea regimurilor de funcţionare ale sistemelor electroenergetice:* In Energetica, 1988, nr. 8, p.346 - 350.

[3] Georgescu, Gh., Poeată, A., Poeată, N. *Contribuţii la modelarea sarcinilor reţelelor electrice de distribuţie urbană.* In: Bul.I.P. Iaşi, Tom XXVIII, nr.1 - 2, 1983, p.87 - 92.

[4] Poeată, A., Georgescu, Gh., Poeată, N., Ţăranu, V., Sufieţel, N. *Posibilităţi de utilizare a graficelor tip de sarcină ale consumatorilor în studiile de dezvoltare şi pentru exploatarea raţională a reţelelor electrice urbane.* In: Energetica, 1985, nr.2, p. 60 - 64.

[5] Potrebici, A.A. *Rascet poteri energhii elektriceskih setiah s ucetom grafikov nagruzok*. In: Electricestvo, 1990, nr.6.

Referent: dr. ing. Miron Laurenţiu Goia - ICEMENERG

(Primit la 5 august 1993, acceptat la 25 aprilie 1995)

METODĂ EURISTICĂ DE RECONFIGURARE A REŢELELOR DE DISTRIBUŢIE PENTRU REDUCEREA PIERDERILOR DE PUTERE ŞI ENERGIE

prof. dr. ing. MIRCEA EREMIA*, ş. l. ing. ION TRIŞTIU*, ing. CONSTANTIN RADU**,
as. ing. CONSTANTIN BULAC *

În cadrul lucrării este prezentată metoda transferului de sarcină, care poate fi folosită pentru reconfigurarea reţelelor electrice de distribuţie în regimuri normale de funcţionare. Metoda face parte din categoria metodelor euristice, caracterizate prin faptul că oferă o soluţie pentru o anumită problemă de optimizare, după un număr relativ mic de căutări. Ea este folosită pentru găsirea unei configuraţii pentru reţelele care funcţionează arborescent - cu posibilităţi de buclare - în care pierderile de putere activă sunt minime.

În lucrare sunt prezentate rezultatele obţinute cu programul de calcul RECONF pentru o reţea reală, de întindere medie, reţeaua de distribuţie de 20 kV a oraşului Curtea de Argeş.

The paper presents the method of the load transfer that can be used for the reconfiguration of power distribution networks under usual operating regimes. The method belongs to the types of euristic methods that allow to find out a solution for a certain optimization problem, after a relatively small number of searchings. It is used to find out a configuration for the tree like operating networks - with loopings possibilities were active power losses are minimum.

The paper presents the results obtained by RECONF computation program for a real network of medium extension, e.q. the 20 kV distribution network of Curtea de Argeş town.

Descriptori: reţele electrice de distribuţie , pierderi de putere, pierderi de energie, metodă euristică

Introducere

Reţelele electrice de distribuţie au o pondere importantă în ansamblul sistemului energetic naţional (SEN). Optimizarea funcţionării lor trebuie să urmărească atât reducerea pierderilor de putere şi energie, cât şi asigurarea calităţii energiei livrate consumatorilor (continuitatea în alimentare, nivelul tensiunii etc.).

În general, reţelele de distribuţie urbane sunt proiectate în configuraţie buclată, dar întotdeauna ele se exploatează radial. Reţelele de distribuţie rurale au, în marea majoritate a cazurilor, configuraţie radială sau arborescentă [1, 2]. Având în vedere proprietatea reţelelor buclate, exploatate radial, de a nu prezenta o configuraţie unică a schemei de alimentare, rezultă o posibilitate de îmbunătăţire a funcţionării lor prin adaptarea convenabilă a schemei de exploatare la scopul urmărit.

Problema găsirii configuraţiei optime de funcţionare a unei reţele electrice de distribuţie se poate pune pentru următoarele regimuri de funcţionare:

- regim normal, caracterizat prin disponibilitatea tuturor elementelor reţelei, parametrii de funcţionare fiind în limitele funcţionării normale;
- regim critic, caracterizat prin disponibilitatea tuturor elementelor reţelei, dar parametrii de

* Universitatea "Politehnica" Bucureşti - Facultatea Energetică
** RENEL - GTDEE, Bucureşti

funcţionare ai unora dintre elemente se află la limita funcţionării normale (limita încărcării termice, limita stabilităţii de tensiune etc.);

- regim de avarie, caracterizat prin indisponibilitatea unor linii.

În vederea determinării schemei optime de funcţionare a unei reţele se pot folosi metode sistematice sau metode euristice. Spre deosebire de metodele sistematice, în care se studiază toate configuraţiile posibile, metodele euristice iau în considerare doar o mică parte a acestora. Euristica este disciplina care reuneşte procedee menite să conducă la descoperire şi invenţie. Ea conţine reguli practice sau cunoştinţe empirice, câştigate pe bază de experienţă, care pot ajuta la găsirea unei soluţii. În procesul de căutare a soluţiei euristica poate să ofere "scurtături", care să reducă timpul şi costul găsirii soluţiei căutate. În acest sens, algoritmele euristice au în vedere construirea unui număr de arbori mai mic de căutare (mai puţine scenarii cu care să înceapă procesul de căutare) şi cercetare doar într-o anumită parte a arborelui. Avantajul constă în reducerea volumului şi a timpului de calcul. În cadrul metodelor euristice, în funcţie de obiectivul urmărit, se pot folosi trei tipuri de strategii [3]:

- strategia "constructivă", în care se pleacă de la reţeaua formată din nodul sursă fără nici o latură în funcţiune şi prin adăugarea succesivă de laturi şi noduri se va obţine reţeaua arborescentă cu configuraţie optimă;

- strategia "distructivă", în care, iniţial, se consideră toate laturile în funcţiune, iar configuraţia optimă se obţine prin deschidere succesivă de laturi, până când se obţine reţeaua arborescentă (radială);

- strategia "permutării laturilor", în care numărul de laturi în funcţiune este tot timpul constant, corespunzător reţelei arborescente. Configuraţia optimă se obţine iterativ prin închiderea unei laturi şi deschiderea altei laturi.

Din categoria metodelor euristice, în lucrare este prezentată metoda transferului de sarcină, în care este folosită strategia permutărilor de laturi. Ea poate fi folosită în scopul reducerii pierderilor de putere activă în reţelele de distribuţie pentru regimuri normale de funcţionare.

1. Modelul matematic al procesului de optimizare

Considerăm o reţea electrică alcătuită din mulţimea de noduri, N şi mulţimea de laturi, L, care împreună formează graful $G(N,L)$.

La mulţimea laturilor L se asociază:

- o mulţime I de variabile de stare, reprezentând curenţii prin laturi;
- o mulţime C de variabile de decizie, reprezentând stările topologice ale laturilor; pentru orice latură l aparţinând grafului G starea topologică poate fi:
  - $c_l = 1$, dacă latura este în funcţiune;
  - $c_l = 0$, dacă latura este deconectată.

La mulţimea nodurilor N se asociază o mulţime U de variabile de stare, reprezentând tensiunile la noduri.

Pe baza notaţiilor făcute, o problemă de optimizare dată va consta în a determina componentele I, U şi C pentru a minimiza funcţia obiectiv $\min[f(U,I,C)]$ prin respectarea restricţiilor de egalitate $g_i(U,I,C) = 0$ sau inegalitate $h_j(U,I,C) <> 0$.

În cazul general, pentru minimizarea funcţiei obiectiv se poate acţiona asupra uneia sau asupra tuturor celor trei variabile: U, I sau C. Reconfigurarea sau reconstrucţia reţelelor electrice este procesul de optimizare în care se ia în considerare doar posibilitatea modificării explicite a variabilelor de decizie C, variabilele U şi I modificându-se implicit. Reconfigurarea vizează regimurile normale şi critice de funcţionare, iar reconstrucţia vizează regimurile de avarie.

Pentru cazul în care funcţia obiectiv are drept scop reducerea pierderilor de putere activă din reţea, aceasta are forma:

$$\min[f] = \min\left[\sum_{l \in L} 3R_l I_l^2 c_l\right], \qquad (1)$$

în care: I_l este curentul prin latura l;
R_l - rezistenţa laturii l;
c_l - starea topologică a laturii l.

Pentru această problemă restricţiile de egalitate se referă la [4]:

■ **Arborescenţa schemei de exploatare**

Această restricţie are în vedere variabilele de decizie ale problemei de optimizare. Pentru o reţea conexă această restricţie poate fi pusă sub forma:

$$\sum_{l \in L} c_l = N_n - 1, \qquad (2)$$

în care N_n reprezintă numărul total de noduri.

■ **Continuitatea în alimentare a tuturor consumatorilor**

Această restricţie poate fi verificată prin aplicarea primei teoreme a lui Kirchhoff în fiecare nod:

$$\sum_{l \in L_i} c_l \underline{I}_l = \underline{i}_i, i \in N, \quad (3)$$

în care:

L_i este mulţimea laturilor adiacente nodului *i*;

$\underline{i}_i$ - curentul consumat în nodul *i*.

Restricţiile de inegalitate ale acestei probleme se referă la următoarele aspecte:

■ **Securitatea în exploatare**

Restricţiile de securitate se referă la limitele admisibile ale variabilelor de stare *I* şi *U*.

- Pentru curenţi restricţia constă în verificarea inegalităţii:

$$I_l \le I_{l_{\max}}, \quad l \in L, \quad (4)$$

în care I_{lmax} este curentul maxim admisibil în latura *l*.

- Pentru tensiuni, restricţia constă în verificarea inegalităţilor:

$$U_{i\min} \le U_i \le U_{i_{\max}}; \quad i \in N, \quad (5)$$

în care: U_{imin} este nivelul de tensiune minim admisibil al nodului *i*;

U_{imax} - nivelul de tensiune maxim admisibil al nodului *i*.

■ **Numărul de manevre**

Această restricţie se referă la trecerea de la o configuraţie oarecare la o configuraţie optimă printr-un număr cât mai mic de comutaţii. Matematic acest lucru se exprimă prin:

$$\sum_{l \in L} \left| c_l^f - c_l^i \right| \le NM_{\max}, \quad (6)$$

în care:

c_l^i este starea topologică a laturii *l*, în stare iniţială;

c_l^f - starea topologică a laturii *l*, în stare finală;

NM_{max} - numărul maxim de manevre autorizate.

2. Prezentarea metodei transferului de sarcină

2.1. Principiul metodei

Principiul metodei constă în transferul local al unuia sau mai multor consumatori între doi fideri vecini. Acest lucru se poate realiza prin închiderea unei laturi deschise şi deschiderea uneia dintre laturile adiacente închise, astfel încât să se păstreze caracterul arborescent al reţelei. Selectarea laturii care se închide şi a celei care se deschide se face pe baza estimării variaţiei pierderilor totale de putere în reţea, în urma transferului de sarcină, fără calculul regimului permanent. Validarea realizării transferului de sarcină este condiţionată de scăderea pierderilor de putere activă.

În vederea estimării variaţiei pierderilor totale de putere în reţea, fără calculul regimului permanent, se consideră mai întâi o reţea radială cu *n* consumatori (fig.1).

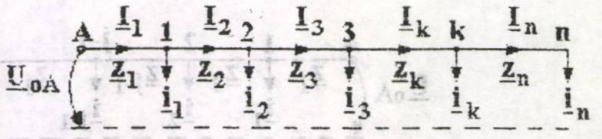


Fig.1. Reţea radială cu *n* consumatori.

Pierderile de putere $\Delta\underline{S}$ pentru această reţea se calculează cu relaţia:

$$\Delta\underline{S} = 3\sum_{l=1}^{it} \Delta\underline{U}_l \underline{I}_l^*, \quad (7)$$

în care:

$\Delta\underline{U}_l$ este căderea de tensiune la bornele laturii *l*;

$\underline{I}_l$ - curentul prin latura *l*.

Relaţia de mai sus poate fi pusă sub forma matriceală următoare:

$$\Delta\underline{S} = 3\left[\Delta\underline{U}\right]_t \left[\underline{I}^*\right], \quad (8)$$

în care:

$[\Delta\underline{U}]$ este vectorul căderilor de tensiune la bornele laturilor;

$[\underline{I}]$ - vectorul curenţilor prin laturile reţelei.

Considerând reţeaua ca fiind un graf format din $(n+1)$ noduri şi $l = n$ laturi, utilizând teoria grafurilor, se poate demonstra următoarea relaţie matriceală pentru determinarea pierderilor de putere în reţea [5]:

$$\Delta\underline{S} = 3\left[I_c\right]_t \left[\underline{Z}_c\right]\left[I_c^*\right], \quad (9)$$

în care:

$[I_c]$ este vectorul curenţilor ciclici;

$[\underline{Z}_c]$ - matricea impedanţelor ciclice.

Pentru reţeaua din figura 1 mărimile din relaţia (9) au următoarele valori:

$$I_{cl} = i_i$$

$$Z_{kk} = \sum_{i=1}^{k} Z_i$$

$$Z_{ik} = \sum_{j=1}^{\min(i,k)} Z_j$$

Considerând o variaţie a consumului în nodul *k* cu valoarea $\Delta\underline{i}_k$, ceea ce corespunde cu o variaţie a curenţilor ciclici de forma $[\Delta\underline{I}_c]_t = [0\ 0\ 0\ \Delta i_k\ 0]$, se poate demonstra că variaţia pierderilor de putere pentru întreaga reţea este egală cu:

$$\delta\underline{S} = 3\left(2\Delta i_k^* \Delta\underline{U}_{oAk} + \Delta i_k^2 \sum_{i=1}^{k} \underline{Z}_i\right). \quad (11)$$

În vederea determinării pierderilor de putere în reţea, în urma transferului de sarcină, se

consideră reţeaua buclată, ce funcţionează radial prin deschiderea laturii *k*, din figura 2.

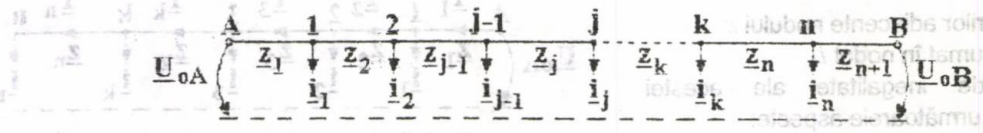


Fig.2. Reţea buclată formată din doi fideri.

Ne propunem să determinăm variaţia pierderilor de putere în urma transferului consumului din nodul *j*, de pe fiderul A pe fiderul B (fig.3)[5].

considerând că se transferă, pe rând, sarcinile din ambele noduri de la capetele laturii, de pe un fider pe altul. Modul de realizare a acestui transfer, precum şi formula de calcul folosită au fost prezentate în paragraful anterior. În final se reţine

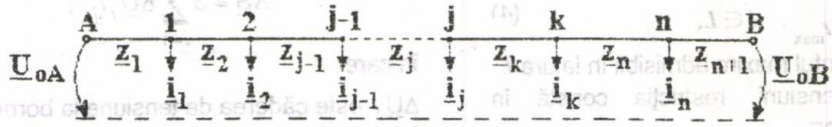


Fig. 3. Reţeaua buclată după transferul de sarcină.

În urma transferului de sarcină variaţiile pierderilor de putere pe cei doi fideri vor fi:

$$\delta\underline{S}_A = 3\left(-2i_j^*\Delta\underline{U}_{oAj} + i_j^2\sum_{l=1}^{j}\underline{Z}_i\right) \qquad (12)$$

$$\delta\underline{S}_B = 3\left(-2i_j^*\Delta\underline{U}_{oBj} + i_j^2\sum_{i=k+1}^{n+1}\underline{Z}_i\right)$$

Pentru tronsonul dintre nodurile *j* şi *k* variaţia pierderilor de putere este:

$$\delta\underline{S}_{jk} = 3\underline{Z}_{jk}i_j^2 \qquad (13)$$

Însumând $\delta\underline{S}_A$, $\delta\underline{S}_B$ şi $\delta\underline{S}_{jk}$, din relaţiile (12) şi (13) se obţine variaţia pierderilor de putere în urma transferului sarcinii nodului j de pe fiderul A pe fiderul B:

$$\delta\underline{S} = 3\left[2i_j^*\left(\Delta\underline{U}_{oBk} - \Delta\underline{U}_{oAj}\right) + i_j^2\sum_{i=1}^{n+1}\underline{Z}_i\right] \qquad (14)$$

2.2. Algoritmul metodei

Ţinând seama de cele prezentate anterior, algoritmul de calcul pentru găsirea configuraţiei cu pierderi de putere activă minime pentru o reţea de distribuţie, are următorii paşi de calcul:

1.Calculul regimului permanent

În vederea calculului regimului permanent de funcţionare se foloseşte metoda simplificată ascendent-descendent, prezentată în anexa 1.

2.Calculul variaţiei pierderilor de putere δP, pentru toate laturile deschise

Pentru fiecare latură deschisă din reţea se calculează variaţia pierderilor de putere activă (ΔP), posibilitatea de transfer pentru care variaţia pierderilor de putere este cea mai mică, precum şi latura care trebuie deschisă pentru realizarea acestui fapt.

3.Determinarea laturii cu variaţia minimă a pierderilor de putere, δP_{min}

După calculul variaţiei pierderilor de putere în ipoteza transferului de sarcină pentru toate laturile deschise, se caută latura care prezintă variaţia pierderilor de putere activă cea mai mică (δP_{min}) din întreaga reţea.

4.Testarea variaţiei pierderilor de putere activă minimă (δP_{min})

Dacă δP_{min} determinată anterior este pozitivă s-a obţinut configuraţia cu cele mai mici pierderi de putere activă şi se trece la punctul 6.

5.Realizarea transferului de sarcină

Deoareace δP_{min} este negativă rezultă că se poate obţine o configuraţie îmbunătăţită, cu pierderi de putere activă mai mici. În acest sens, se închide latura pentru care δP sunt minime şi se deschide latura adiacentă corespunzătoare. Procesul de calcul se reia de la punctul 1.

6.Afişare rezultate

În figura 4 este prezentată schema logică a programului de calcul bazat pe metoda transferului de sarcină.

3. Studiu de caz

Plecând de la metoda prezentată anterior a fost realizat programul de calcul RECONF pentru reconfigurarea reţelelor electrice de distribuţie de

medie tensiune. Programul a fost dezvoltat sub compilatorul Pascal şi permite studiul unor reţele cu dimensiuni de 500 noduri şi 500 laturi.

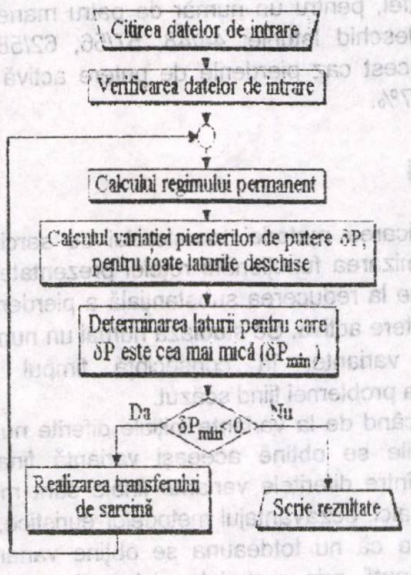


Fig.4. Schema logică a metodei transferului de sarcină.

Datele de intrare, necesare funcţionării programului, sunt datele laturilor şi datele nodale, care se citesc din fişiere de tip text.

Datele laturilor se referă la parametrii electrici şi topologici ai laturilor reţelei. În cadrul programului se pot studia reţele formate numai din linii electrice. Structura datelor de intrare cuprinde următoarele mărimi:

Lat este numărul curent al laturii;

i, j - nodurile de la extremitatea laturii;

St - starea topologică a laturii: 1 - latură conectată; 0 - latură deconectată;

R, X - rezistenţa electrică, respectiv reactanţa inductivă a laturii, în Ω;

I_{max} - curentul maxim admisibil, corespunzător secţiunii nominale a liniei, în A.

Datele nodale se referă la parametrii electrici ai nodurilor reţelei. Sarcina din nodurile consumatoare este modelată prin curenţi constanţi. Structura datelor de intrare cuprinde următoarele mărimi:

Nod este numărul curent al nodului;

P, Q - puterile activă [kW] şi reactivă [kvar] consumate în noduri pe partea de medie tensiune.

Testarea programului s-a făcut pe reţeaua de distribuţie de 20 kV a oraşului Curtea de Argeş (fig.5), compusă din 119 noduri şi 130 laturi. Nodurile

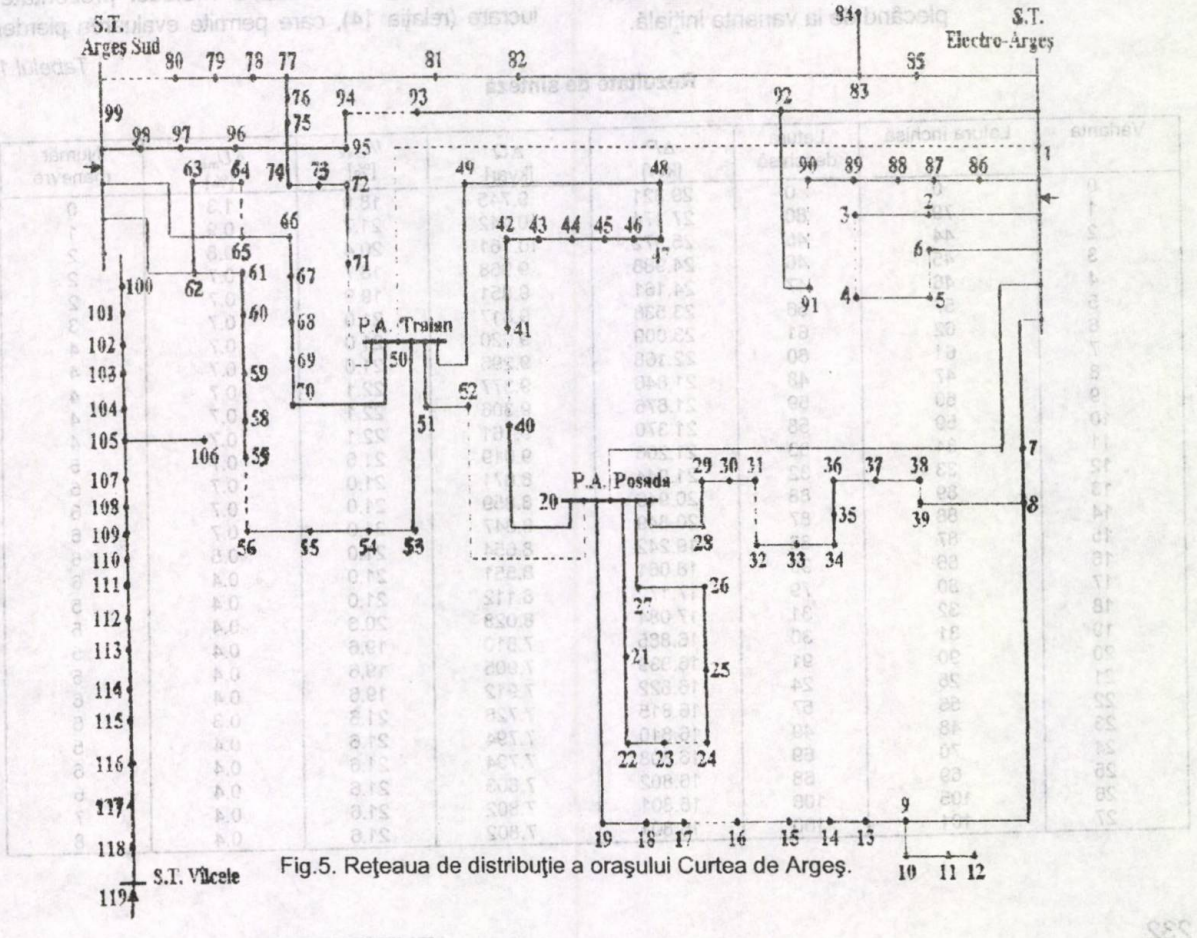


Fig.5. Reţeaua de distribuţie a oraşului Curtea de Argeş.

1, 99 şi 119 sunt noduri sursă, iar celelalte sunt noduri consumatoare. În anexa 2 sunt prezentate datele laturilor şi datele nodale, consumurile fiind reprezentate prin puteri, curenţii consumaţi constanţi fiind calculaţi la tensiunea nominală a fiecărui nod.

Rezultatele obţinute prin aplicarea programului de calcul pentru această reţea sunt prezentate, sub formă sintetică, în tabelul 1. Mărimile din acest tabel au următoarele semnificaţii:

latura închisă, latura deschisă reprezintă numărul de ordine al laturii ce trebuie închisă, respectiv deschisă la fiecare pas de calcul;

$\Delta P, \Delta Q$ - pierderile totale de putere activă, respectiv reactivă din reţea;

I/I_{max} - cel mai mare curent prin laturile reţelei, raportat la curentul maxim admisibil al laturii respective;

ΔU_{max} - cea mai mare cădere de tensiune din reţea, raportată la tensiunea nominală a reţelei;

Număr manevre - numărul de comutaţii ce trebuie executate pentru obţinerea variantei curente, plecând de la varianta iniţială.

Alegerea variantei de exploatare se face, în principal, în funcţie de pierderile de putere activă, dar trebuie să se ţină seama şi de ceilalţi indicatori (număr de manevre, căderile de tensiune, gradul de încărcare a laturilor).

Astfel, pentru un număr de patru manevre se închid/deschid laturile: 44/48, 57/56, 62/58 şi 79/80; în acest caz pierderile de putere activă au scăzut cu 27%.

Concluzii

Aplicarea metodei transferului de sarcină, pentru optimizarea funcţionării reţelei prezentate în lucrare, duce la reducerea substanţială a pierderilor totale de putere activă. Se studiază numai un număr redus de variante, în consecinţă timpul de soluţionare a problemei fiind scăzut.

Plecând de la variante iniţiale diferite nu în toate cazurile se obţine aceeaşi variantă finală. Diferenţele între diferitele variante finale sunt mici. Rezultă, de aici, dezavantajul metodelor euristice, şi anume acela că nu totdeauna se obţine varianta optimă (obţinută prin metodele sistematice), ci o variantă apropiată de aceasta.

Relaţia de bază a metodei prezentate în lucrare (relaţia 14), care permite evaluarea pierderilor

Tabelul 1

Rezultate de sinteză

Varianta	Latura închisă	Latura deschisă	ΔP [kW]	ΔQ [kvar]	I/I_{max} [%]	ΔU_{max} [%]	Număr manevre
0	0	0	29.321	9.745	18.8	1.3	0
1	79	80	27.174	10.442	21.7	0.9	1
2	44	45	25.972	10.161	20.4	0.8	2
3	45	46	24.988	9.968	18.7	0.7	2
4	46	47	24.161	9.851	19.9	0.7	2
5	57	56	23.538	9.817	21.0	0.7	3
6	62	61	23.009	9.620	21.0	0.7	4
7	61	60	22.168	9.296	21.0	0.7	4
8	47	48	21.846	9.377	22.1	0.7	4
9	60	59	21.676	9.306	22.1	0.7	4
10	59	58	21.370	9.161	22.1	0.7	4
11	34	33	21.206	9.019	21.6	0.7	5
12	33	32	21.044	8.871	21.0	0.7	5
13	89	88	20.946	8.859	21.0	0.7	6
14	88	87	20.849	8.847	21.0	0.7	6
15	87	86	19.242	8.654	21.0	0.5	6
16	86	90	18.061	8.551	21.0	0.4	6
17	80	79	17.172	8.112	21.0	0.4	5
18	32	31	17.084	8.028	20.6	0.4	5
19	31	30	16.885	7.810	19.6	0.4	5
20	90	91	16.839	7.905	19.6	0.4	5
21	25	24	16.822	7.912	19.6	0.4	6
22	56	57	16.815	7.726	21.6	0.3	5
23	48	49	16.810	7.794	21.6	0.4	5
24	70	69	16.808	7.794	21.6	0.4	6
25	69	68	16.802	7.803	21.6	0.4	6
26	105	106	16.801	7.802	21.6	0.4	7
27	101	100	16.801	7.802	21.6	0.4	8

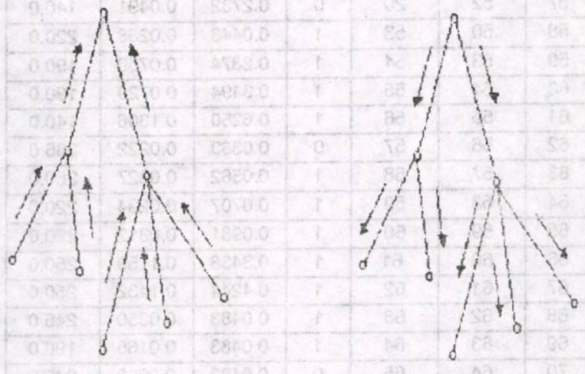
de putere într-o reţea fără calculul regimului permanent, este valabilă şi a fost verificată practic pentru ipoteza de reprezentare a consumatorilor prin curent constant. La reprezentarea prin putere constantă relaţia de calcul nu mai este exactă datorită neliniarităţii sarcinii.

Mulţumim colegilor noştri de la FRE Piteşti pentru discuţiile şi sugestiile utile avute cu ocazia testării programului. (*n.a.*)

ANEXA 1

CALCULUL REGIMULUI PERMANENT PRIN METODA ASCENDENT-DESCENDENT

O particularitate a reţelelor de distribuţie, datorită caracterului arborescent, este aceea că în toate laturile sensul curenţilor este unidirecţional, pentru o aceeaşi configuraţie indiferent de regimul de funcţionare normală. Având în vedere această particularitate, în calculul regimului permanent se va utiliza o metodă simplificată, iterativă, la fiecare iteraţie parcurgându-se două etape (fig.A.1):



a) Calculul curenţilor b) Calculul tensiunilor

Fig.1.A. Etapele calculului regimului permanent al reţelelor electrice arborescente.

- În prima parte se calculează circulaţia de curenţi prin laturile reţelei, plecând de la nodurile cele mai îndepărtate de sursă şi ajungând la sursă (se aplică teorema I a lui Kirchhoff în fiecare nod).
- În partea a doua, se parcurge traseul invers, de la sursă până la nodurile cele mai îndepărtate, calculându-se căderea de tensiune pentru fiecare latură şi tensiunea în fiecare nod.

Procesul iterativ se încheie prin testul de convergenţă, care constă în compararea puterii injectate de nodul sursă la două iteraţii consecutive.

Pentru a face economie de memorie, topologia reţelei se memorează sub formă de vectori de structură. Prin folosirea acestora pentru fiecare nod se memorează doar legăturile cu nodurile adiacente (indiferent de starea lor funcţională). Pentru reducerea timpului de calcul s-a realizat ordonarea nodurilor reţelei plecând de la observaţia că orice nod (mai puţin nodurile sursă) este alimentat de la un singur nod şi poate să alimenteze unul sau mai multe noduri (caz în care nodul este de ramificaţie), sau nici un nod (caz în care nodul este terminal). Ordonarea constă în găsirea şi memorarea pentru fiecare nod a nodului precedent (de la care este alimentat) şi a laturii de legătură.

ANEXA 2

DATELE REŢELEI CURTEA DE ARGEŞ

Datele nodale

Nod	P [kW]	Q [kvar]
1	0.0	0.0
2	522.7	222.7
3	318.7	135.8
4	516.3	219.9
5	267.7	114.0
6	0.0	0.0
7	114.7	48.9
8	0.0	0.0
9	0.0	0.0
10	12.7	5.4
11	471.1	292.0
12	114.7	48.9
13	6.4	2.7
14	25.5	10.9
15	19.1	8.1
16	6.4	2.7
17	86.0	36.7
18	121.1	51.6
19	63.7	27.2
20	114.7	48.9
21	191.2	81.5
22	95.6	40.7
23	70.1	29.9
24	102.0	43.4
25	51.0	21.7
26	102.0	43.4
27	108.4	46.2
28	95.6	40.7
29	31.9	13.6
30	51.0	21.7
31	44.6	19.0
32	20.4	8.7
33	41.4	17.6
34	127.5	54.3
35	127.5	54.3
36	114.7	48.9
37	102.0	43.4
38	114.7	48.9
39	42.1	17.9
40	140.2	59.7
41	102.0	43.4
42	98.8	42.1
43	102.0	43.4
44	95.6	40.7
45	38.2	16.3
46	60.6	25.8
47	60.6	25.8
48	57.4	24.4
49	60.6	25.8

Nod	P [kW]	Q [kvar]
50	76.5	32.6
51	95.6	40.7
52	102.0	43.4
53	116.0	49.4
54	38.2	16.3
55	117.3	50.0
56	57.4	24.4
57	318.7	135.8
58	66.9	28.5
59	35.1	14.9
60	31.9	13.6
61	63.7	27.2
62	0.0	0.0
63	267.7	114.0
64	6.4	2.7
65	0.0	0.0
66	12.7	5.4
67	31.9	13.6
68	6.4	2.7
69	41.4	17.6
70	67.6	28.8
71	286.8	122.2
72	12.7	5.4
73	8.9	3.8
74	9.6	4.1
75	108.4	46.2
76	25.5	10.9
77	0.0	0.0
78	127.5	54.3
79	6.4	2.7
80	6.4	2.7
81	135.1	57.6
82	38.2	16.3
83	0.0	0.0
84	0.0	0.0
85	14.0	6.0
86	6.4	2.7
87	44.6	19.0
88	6.4	2.7
89	6.6	2.7
90	0.0	0.0
91	0.0	0.0
92	0.0	0.0.
93	15.9	6.8
94	19.1	8.1
95	19.1	8.1
96	0.0	0.0
97	28.7	12.2

ANEXA 2 (continuare)

Nod	P [kW]	Q [kvar]
98	9.6	4.1
99	0.0	0.0
100	114.7	48.9
101	31.9	13.6
102	15.9	6.8
103	19.1	8.1
104	172.1	73.3
105	0.0	0.0
106	0.0	0.0
107	17.8	7.6
108	31.9	13.6

Nod	P [kW]	Q [kvar]
109	6.4	2.7
110	25.5	10.9
111	76.5	32.6
112	28.7	12.2
113	12.7	5.4
114	3.2	1.4
115	11.5	4.9
116	19.1	8.1
117	6.4	2.7
118	9.6	4.1
119	0.0	0.0

Datele laturilor

Lat	i	j	Sta	R [Ω]	X [Ω]	I_{max} [A]
1	1	2	1	0.1463	0.0997	280.0
2	2	3	1	0.0477	0.0249	245.0
3	3	4	0	0.1824	0.0986	245.0
4	4	5	1	0.0874	0.0479	245.0
5	5	6	1	0.0925	0.0506	245.0
6	6	1	1	0.1463	0.0997	280.0
7	1	7	1	0.2220	0.1045	250.0
8	7	8	1	0.0502	0.0169	250.0
9	8	9	1	0.6276	0.2118	250.0
10	9	10	1	0.4062	0.0612	250.0
11	10	11	1	0.0051	0.0026	250.0
12	11	12	1	0.0341	0.0174	250.0
13	9	13	1	0.4515	0.5235	250.0
14	13	14	1	0.9434	0.3183	250.0
15	14	15	1	0.2008	0.0678	250.0
16	15	16	1	0.0502	0.0169	250.0
17	16	17	0	0.0502	0.0169	250.0
18	17	18	1	0.0317	0.0194	285.0
19	18	19	1	0.1272	0.0530	220.0
20	19	20	1	0.1485	0.0564	165.0
21	20	1	1	0.5886	0.4011	280.0
22	20	21	1	0.3362	0.0127	165.0
23	21	22	1	0.0364	0.0157	205.0
24	22	23	1	0.0309	0.0211	280.0
25	23	24	0	0.0289	0.0197	280.0
26	24	25	1	0.0191	0.0105	245.0
27	25	26	1	0.0482	0.0245	245.0
28	26	27	1	0.1134	0.0357	165.0
29	27	20	1	0.0699	0.0220	165.0
30	20	28	1	0.1462	0.0611	165.0
31	28	29	1	0.0463	0.0193	220.0
32	29	30	1	0.0512	0.0313	285.0
33	30	31	1	0.0891	0.0545	285.0
34	31	32	0	0.1122	0.0687	285.0
35	32	33	1	0.0495	0.0303	285.0
36	33	34	1	0.0495	0.0303	285.0
37	34	35	1	0.0957	0.0586	285.0
38	35	36	1	0.0797	0.0332	220.0
39	36	37	1	0.0771	0.0321	220.0
40	37	38	1	0.0330	0.0202	285.0
41	38	39	1	0.0122	0.0062	250.0
42	39	8	1	0.0551	0.0281	250.0
43	20	40	1	0.0643	0.0268	220.0
44	40	41	0	0.0643	0.0268	220.0
45	41	42	1	0.0591	0.0246	220.0
46	42	43	1	0.0707	0.0294	220.0
47	43	44	1	0.0977	0.0407	220.0
48	44	45	1	0.0934	0.0319	190.0
49	45	46	1	0.0617	0.0257	220.0
50	46	47	1	0.0514	0.0214	220.0
51	47	48	1	0.0810	0.0223	125.0
52	48	49	1	0.2278	0.0925	160.0
53	49	50	1	0.0643	0.0268	220.0
54	50	1	0	0.4153	0.6998	220.0
55	50	51	1	0.0922	0.0626	285.0
56	51	52	1	0.0951	0.0396	220.0
57	52	20	0	0.2732	0.0491	140.0
58	50	53	1	0.0443	0.0268	220.0
59	53	54	1	0.2874	0.0750	190.0
60	54	55	1	0.3494	0.0729	190.0
61	55	56	1	0.6250	0.1306	140.0
62	56	57	0	0.0363	0.0222	285.0
63	57	58	1	0.0562	0.0327	250.0
64	58	59	1	0.0707	0.0294	220.0
65	59	60	1	0.0981	0.0312	220.0
66	60	61	1	0.3436	0.1159	250.0
67	61	62	1	0.4244	0.1432	250.0
68	62	63	1	0.0483	0.0350	245.0
69	63	64	1	0.0483	0.0165	190.0
70	64	65	0	0.0482	0.0209	245.0
71	62	99	1	0.0730	0.0204	250.0
72	99	65	1	0.0745	0.0311	250.0
73	65	66	1	0.7596	0.2563	250.0
74	66	67	1	0.1503	0.0531	220.0
75	67	68	1	0.2016	0.0829	220.0
76	68	69	1	0.0935	0.0390	220.0
77	69	70	1	0.0643	0.0268	220.0
78	70	50	1	0.2313	0.0963	220.0
79	50	71	0	0.1367	0.0697	250.0
80	71	72	1	1.0077	0.0032	250.0
81	72	73	1	0.1270	0.0382	250.0
82	73	74	1	0.0799	0.0209	250.0
83	74	75	1	0.6097	0.1609	220.0
84	75	76	1	0.1102	0.0675	285.0
85	76	77	1	0.0495	0.0303	285.0
86	77	78	1	0.1956	0.0660	250.0
87	78	79	1	0.0391	0.0132	250.0
88	79	80	1	0.2738	0.0924	250.0
89	80	99	0	0.2074	0.0763	250.0
90	77	81	1	0.7628	0.2574	250.0
91	81	82	1	0.2934	0.0990	250.0
92	82	83	1	0.4499	0.1518	250.0
93	83	85	1	0.3716	0.1254	250.0

Lat	i	j	Sta	R [Ω]	X [Ω]	I_{max} [A]
94	83	84	1	0.3716	0.1254	250.0
95	85	1	1	307178	0.1390	250.0
96	1	86	1	0.7132	0.0365	250.0
97	86	87	1	0.1408	0.0475	250.0
98	87	88	1	0.0352	0.0119	250.0
99	88	89	1	0.5281	0.1782	250.0
100	89	90	1	0.5105	0.1723	250.0
101	90	91	0	0.1330	0.0846	250.0
102	91	92	1	0.0691	0.0471	280.0
103	1	92	1	1.4553	0.1992	250.0
104	92	93	1	0.4212	0.1421	250.0
105	93	94	0	0.1386	0.0792	250.0
106	94	95	1	0.0581	0.0396	280.0
107	95	96	1	0.2212	0.0787	245.0
108	96	97	1	0.2021	0.0682	250.0
109	97	98	1	0.1246	0.0682	250.0
110	98	99	1	0.5255	0.1773	250.0
111	99	100	1	0.3232	0.0888	185.0
112	100	101	1	0.1554	0.0406	250.0
113	101	102	1	0.1554	0.0406	250.0
114	102	103	1	0.0622	0.0162	250.0
115	103	104	1	0.0622	0.0162	250.0
116	104	105	1	0.5905	0.1543	250.0
117	105	107	1	0.1865	0.0487	250.0
118	107	108	1	0.4662	0.1218	250.0
119	108	109	1	0.7459	0.1949	250.0
120	109	110	1	0.0311	0.0081	250.0
121	110	111	0	0.0444	0.0116	250.0
122	111	112	1	0.4196	0.1096	250.0
123	112	113	1	0.6993	0.1827	250.0
124	113	114	1	0.3752	0.0928	250.0
125	114	115	1	0.3721	0.0972	250.0
126	115	116	1	0.2797	0.0731	250.0
127	116	117	1	0.9510	0.2447	250.0
128	117	118	1	0.9790	0.2558	250.0
129	118	119	1	0.6200	0.1428	250.0
130	105	106	1	0.9124	0.1856	250.0

BIBLIOGRAFIE

[1] Bercovici, M., Arie A., A., Poeată, Al. *Rețele electrice. Calculul electric.* Editura Tehnică, București, 1974.

[2] Persoz, H., Lemoine, J.Cl., Sapet, P., Santucci, G. *La planification des réseaux électriques.* Editions Eyrolles, Paris, 1984.

[3] Cherkaoui, S. Ra., Germond, Al.J. *Structure optimale de schéma d'éxploatation d'un réseau électrique de distribution.* In: Energetica, nr.5 B, 1994.

[4] Cherkaoui, S.Ra. *Méthodes heuristiques pour la recherche de configurations optimales d'un réseau électrique de distribution.* Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, 1992.

[5] Cinvanlar, S., Grainger, J.J., Yin, H., Lee, S.S.H. *Distribution feeder reconfiguration for loss reduction.* In: IEEE Transaction on Power Delivrery, Vol.3, No.3, July 1988.

[6] Eremia, M., Radu, C., Triștiu, I., C.Bulac. *Reconfigurarea rețelelor de distribuție pentru reducerea pierderilor de putere.* Simpozionul național al rețelelor electrice, Suceava, 1994.

Referent: prof. dr. ing. Alexandru Poeată - Universitatea Tehnică - Iași

(Primit la 11 aprilie, 1995, acceptat la 21 august 1995)

Manifestări tehnico-științifice

AL III-LEA COLOCVIU NAȚIONAL SOCER

În perioada 4 - 6 septembrie 1995, Societatea pentru Optimizarea Consumurilor Energetice din România - SOCER împreună cu Agenția Română pentru Conservarea Energei- Filiala Teritorială Craiova au organizat Colocviul Național cu tema: "*Metode, instalații și echipamente pentru măsurarea, gestiunea și conservarea energiei*".

La colocviu au fost prezentate 58 referate susținute de cadre universitare și specialiști care lucrează în cercetare, proiectare și în industria energetică din România, Franța și Republica Moldova.

Lucrările colocviului au scos în evidență preocuparea energeticienilor, și nu numai a lor, pentru reducerea consumurilor specifice de combustibili și energie și pentru protejarea mediului.

Manifestarea a dat ocazia ca în cadrul "Târgului național electroutil 95", deschis la Craiova, să fie organizat și un "Salon de aparate, instalații și echipamente pentru măsurarea, gestiunea și conservarea energiei".

Juriul ales cu această ocazie a premiat, pe baza opțiunilor vizitatorilor, cele mai bune exponate.

Cei care doresc amănunte asupra manifestării se pot adresa la : SOCER - Craiova, cod 1100, Str. Brestei, nr.2, et.7, tel.051-118378.

ing. Constantin Cristea

ADAPTAREA MĂSURILOR DE COMPENSARE A FACTORULUI DE PUTERE LA CONDIŢIILE CREATE DE EXISTENŢA REGIMULUI DEFORMANT

prof. dr. ing. ION IORDĂNESCU *

În prezentul articol se analizează condiţiile noi în care funcţionează bateriile de condensatoare instalate în reţelele electroenergetice pentru compensarea factorului de putere ţinând seama de prezenţa şi intensificarea regimului deformant.

Din examinarea problemei rezultă că, indiferent de natura consumatorilor din nodurile în care se instalează bateriile, respectiv dacă sunt sau nu deformanţi, bateriile pot fi defectate datorită fenomenului de rezonanţă pe anumite armonice.

Întrucât filtrele care se instalează pentru atenuarea regimului deformant contribuie şi la compensarea factorului de putere şi nu sunt periclitate, se propune unificarea celor două măsuri.

Astfel, se consideră că realizând numai filtre, adică baterii în serie cu bobine, se rezolvă atât problema compensării factorului de putere cât şi atenuarea regimului deformant, evitând pericolul deteriorării bateriilor.

The paper analyses the new conditions of the condenser batteries operating in the electric power networks for the compensation of the power factor, taking into consideration the presence and the intensification of the distorting regime.

After the problem analysis, it results that irrespective of the consumers types in the nodes were the batteries are installed, i.e. if they are or if they are not distorting, the batteries can be defective due to the resonance phenomenon on certain harmonics.

As the filters to be installed for damping the distorting regime also contribute to the compensation of the power factor and they are not damaged, a merging solution is suggested.

Therefore, if the batteries are serially connected to coils, obtaining only filters, both the problem of the power factor compensation and the distorting regime damping can be solved, avoiding the danger of the batteries damage.

Descriptori: reţele electroenergetice, regim deformant, compensare factor de putere

Aspecte generale

Este cunoscut că problema privind necesitatea compensării factorului de putere, respectiv a puterii şi energiei reactive în sistemele electroenergetice, constituie de mult timp o preocupare de bază, devenită elementară, a specialiştilor, care a dus, prin examinarea sub aspectele tehnico-economice, la aplicarea măsurilor corespunzătoare şi care constau, în majoritatea cazurilor, în instalarea bateriilor de condensatoare cât mai aproape de receptoarele care funcţionează cu factor de putere natural redus (sub 0,6). Realizarea, prin aplicarea acestei măsuri, a unor valori apropiate de valoarea neutrală actuală (0,93 - 0,95) reprezintă obiectivul principal în examinarea acestei probleme, prezentă în marea majoritate a nodurilor reţelelor de medie şi joasă tensiune. Se menţionează că de la începerea aplicării acestei măsuri, cu circa 3 - 4 decenii în urmă, pentru valori ale factorului de putere neutrul iniţial egale cu 0,8 şi treptat mai ridicate, s-a confirmat oportunitatea şi eficienţa sa. Rezultă deci că bateriile de condensatoare au răspuns şi răspund în mod corespunzător cerinţelor compensării factorului de putere, în condiţiile existente în sistem în etapa stabilirii oportunităţii folosirii lor. Cu circa două decenii în urmă au apărut însă unele situaţii, la început mai rare, dar în ultimii ani într-un număr tot mai mare, de defectare a unor baterii de condensatoare. Cauzele au fost atribuite, în multe cazuri, fie condiţiilor necorespunzătoare de funcţionare şi

* Facultatea de Energetică - Universitatea "Politehnică" Bucureşti

exploatare ale acestora, fie unor defecţiuni de fabricaţie, care, într-o anumită măsură,pot fi reale. În ultimul timp se mai consideră, fără o justificare teoretică şi tehnică corespunzătoare, că printre cauzele deteriorării, de multe ori prin explozie, a bateriilor de condensatoare, este şi existenţa regimului deformant. Regimul deformant există de multe decenii, dar într-un număr foarte redus de noduri ale sistemului electroenergetic; în ultimul timp însă, datorită în principal apariţiei unui număr mare şi încă în creştere a consumatorilor deformanţi, se intensifică, atât ca spectru, cât şi ca pondere a armonicelor în undele de curent şi de tensiune.

Datorită coincidenţei existenţei celor două fenomene, respectiv al intensificării şi prezenţei, practic în întreg sistemul electroenergetic, a regimului deformant şi a defectării unui număr tot mai mare de baterii de condensatoare, montate pentru compensarea factorului de putere, se poate pune întrebarea dacă nu există şi o legătură de cauzalitate între acestea şi dacă în aceste condiţii noi din sistemul electroenergetic nu trebuie luate anumite măsuri de rezolvare a acestei probleme.

1. Comportarea bateriilor de condensatoare în condiţiile existenţei regimului deformant

În sistemul energetic numărul receptoarelor care funcţionează cu factor de putere natural redus şi care necesită instalarea unor baterii de condensatoare pentru îmbunătăţirea acestuia este foarte mare; acestea sunt amplasate în marea majoritate a nodurilor reţelelor de medie şi joasă tensiune. În ceea ce priveşte regimul deformant, receptoarele care deformează undele de curent şi tensiune sunt amplasate într-un număr mult mai redus de noduri, cu precizarea că şi aceste receptoare necesită compensarea cos φ, astfel încât şi în aceste noduri se instalează baterii de condensatoare. Rezultă, deci, că bateriile de condensatoare sunt montate atât în nodurile în care funcţionează consumatori deformanţi, cât şi consumatori nedeformanţi. Întrucât bateriile de condensatoare care s-au defectat au fost dintre cele montate în ambele categorii de noduri, se consideră necesar să se examineze comportarea bateriilor de condensatoare montate atât în nodurile cu consumatori deformanţi, cât şi în cele în care nu sunt astfel de consumatori.

a. Comportarea bateriilor de condensatoare în nodurile cu consumatori deformanţi

În schema din figura 1*a* este reprezentat un transformator dintr-o staţie sau dintr-un post de transformare, care are racordaţi la tensiunea secundară consumatori deformanţi. Aceştia injectează la barele secundare un spectru de curenţi armonici I_ν. Dacă la aceleaşi bare secundare este montată şi o baterie de condensatoare B pentru compensarea factorului de putere, curenţii armonici injectaţi I_ν se repartizează în sistem ($I_{\nu S}$) (fig. 1*b*) şi spre baterie $I_{\nu B}$.

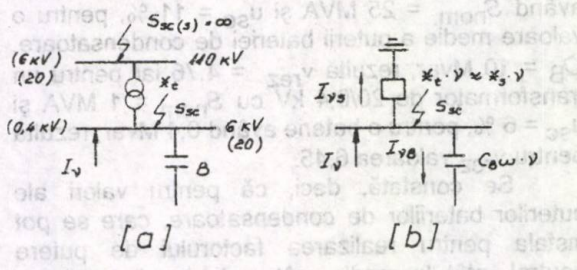


Fig.1

Componentele care afectează bateria se determină cu expresia:

$$I_{\nu B} = I_\nu \frac{X_S \cdot \nu}{X_S \cdot \nu - \frac{X_B}{\nu}} \cdot \qquad (1)$$

Din expresia (1) se constată că numitorul său se poate anula pentru o armonică de curent de ordinul ν_{rez}, pentru care curentul care circulă prin baterie $I_{\nu B\ rez} = \infty$. Apare deci o situaţie de rezonanţă pentru armonica de ordinul ν care conduce la defectarea bateriei. Pentru evitarea situaţiei de rezonanţă este necesar să nu existe în spectrul de curenţi armonici injectate I_ν de consumatorul deformant, $I_{\nu\ rez}$, care duce la deteriorarea bateriei.

Valoarea ordinului de rezonanţă ν_{rez} al armonicii respective:

$$\nu_{rez} = \sqrt{\frac{X_B}{X_S}}, \qquad (2)$$

care rezultă din expresia (1), depinde de parametrii bateriei de condensatoare, respectiv de puterea acesteia, Q_B, şi de parametrii sistemului energetic în nodul respectiv şi anume de puterea de scurtcircuit. Faptul că în schema adoptată s-a considerat $S = \infty$, adică reactanţa sistemului este zero, nu introduce o aproximaţie mare nici la transformatoarele de 110/6 (20) kV şi mai ales pentru cele din posturi, deoarece reactanţele acestora au ponderea cea mai mare în reactanţa sistemului. Desigur că se poate lua în considerare şi o anumită putere finită de scurtcircuit pentru sistem.

Expresia (2), dacă se fac înlocuirile respective, devine:

$$\nu_{rez} = \sqrt{\frac{S_{sc}}{Q_B}} \qquad (3)$$

sau în cazul considerat, când $S_{SC(S)} = \infty$ la barele primare, valoarea ordinului armonicii de rezonanţă este:

$$\nu_{rez} = \sqrt{\frac{S_{nomt}}{u_{sc} \cdot Q_B}}, \qquad (4)$$

adică depinde de puterea nominală a transformatorului şi de tensiunea de scurtcircuit, precum şi de puterea bateriei de condensatoare.

Astfel, pentru un transformator de 110/20 kV având $S_{nom.} = 25$ MVA şi $u_{SC} = 11$ %, pentru o valoare medie a puterii bateriei de condensatoare, $Q_B = 10$ Mvar, rezultă $\nu_{rez} = 4{,}76$ iar pentru un transformator de 20/0,4 kV cu $S_{nom} = 1$ MVA şi $u_{SC} = 6$ %, pentru o baterie având 0,4 Mvar, rezultă pentru ν_{rez} valoarea 6,45.

Se constată, deci, că pentru valori ale puterilor bateriilor de condensatoare, care se pot instala pentru realizarea factorului de putere neutral, atât la medie, cât şi la joasă tensiune, armonicile de rezonanţă sunt în apropierea armonicilor 5 şi 7, care se găsesc în mod cert în spectrul armonicilor de curent şi deci pericolul apariţiei situaţiei de rezonanţă este real. Astfel, în ambele cazuri bateriile de condensatoare pot fi deteriorate. Pentru a se evita fenomenul de rezonanţă, este necesar să se deplaseze ordinul armonicii de rezonanţă spre valori mari, de exemplu 25, care, în general, nu se găsesc în spectrul real. În acest caz puterile bateriilor de condensatoare, pentru exemplul considerat, devin 360 kvar la medie tensiune în loc de 10 Mvar şi 26 kvar la joasă tensiune în loc de 400 kvar, ambele reprezentând valori pentru care compensarea factorului de putere este nesimnificativă. În urma analizei de mai sus se poate afirma că, pentru compensarea factorului de putere până la valoarea neutrală sau până la valori apropiate, bateriile de condensatoare, care ar trebui să fie instalate în nodurile cu consumatori deformanţi, sunt supuse pericolului de rezonanţă şi deci de defectare, deoarece ordinul armonicilor de rezonanţă este mic (5, 7, 11, 13), iar probabilitatea de existenţă a acestora în spectrul real este mare.

b. Comportarea bateriilor de condensatoare în noduri fără consumatori deformanţi

Numărul acestor noduri este foarte mare şi întrucât nu există consumatori deformanţi locali, nu este cazul să existe o preocupare deosebită pentru bateriile de condensatoare instalate în astfel de noduri pentru compensarea factorului de putere. Pentru examinarea unei astfel de situaţii se consideră schema din figura 2*a* a unei staţii sau post de transformare racordate la sistem, care pe partea secundară au consumatori nedeformanţi. Deoarece prin reţeaua de alimentare circulă şi anumiţi curenţi armonici care provin de la surse exterioare, în nodul A se derivează spre consumatorii locali nedeformanţi şi armonicele de curenţi I_ν, care au valori mici, întrucât reactanţele consumatorilor locali corespunzătoare diferitelor armonici sunt foarte mari.

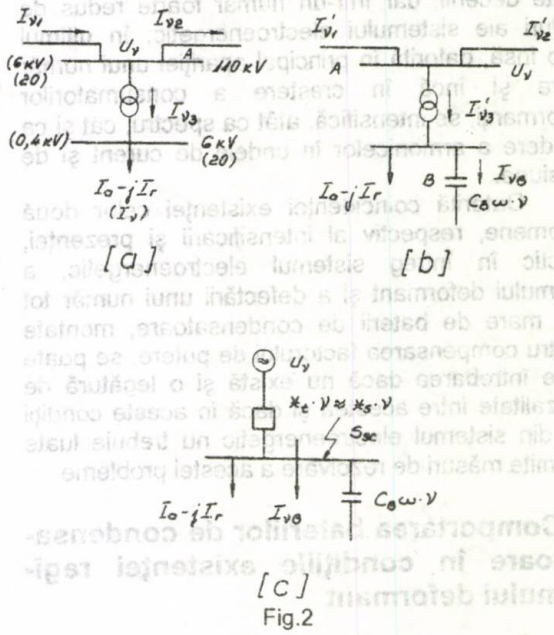


Fig.2

Pe aceste reactanţe apar căderi de tensiune, care reprezintă de fapt tensiunile armonicii U_ν, corespunzătoare ordinului armonicilor de curenţi existente în spectrul respectiv. Este adevărat că, practic în toate cazurile, valorile tensiunilor armonicii U_ν sunt foarte mici (se pot constata din oscilografierea şi analiza armonică a undelor de tensiune) şi deci coeficienţii de distorsiune pentru tensiune sunt foarte mici şi nu necesită preocupări.

Problema însă se schimbă când în nodul respectiv, fiind necesară compensarea factorului de putere, se montează o baterie de condensatoare B (fig. 2 *b*) . În acest caz schema echivalentă devine cea din figura 2*c*, în care sistemul este sursa de curenţi armonici corespunzătoare ordinului armonicelor de tensiune existente la barele de alimentare. În cazul în care se neglijează impedanţele pentru armonicile respective ale consumatorilor locali nedeformanţi, impedanţe care sunt foarte mari şi influenţează foarte puţin, practic neglijabil, fenomenul, circuitul căruia i se aplică acest spectru de armonici de tensiune, este format din reactanţa sistemului, determinantă cu puterea de scurtcircuit la barele respective, în serie cu bateria de condensatoare.

Curenţii armonici care rezultă prin acest circuit se determină cu expresia:

$$I_{vB} = \frac{U_v}{j\left(x_s \cdot v - \frac{x_B}{v}\right)} \quad (5)$$

Se constată că numitorul acestei expresii este identic cu cel al expresiei (1) şi că deci analiza întregului fenomen şi în acest caz se poate face similar. Rezultă, deci, că există şi aici o valoare pentru ordinul unei armonici de rezonanţă v_{rez}, pentru care numitorul se anulează, iar curentul prin bateria de condensatoare este teoretic infinit, ceea ce duce la deteriorarea bateriei. Aceasta constituie, de fapt, şi cauza pentru care o serie de baterii de condensatoare montate pentru compensarea factorului de putere în unele noduri fără consumatori deformanţi s-au deteriorat şi au determinat personalul de exploatare să nu mai pună în funcţiune o mare parte din bateriile de condensatoare montate deja în staţii şi posturi fără consumatori deformanţi. Ca şi în cazul analizei făcute pentru nodurile cu consumatori deformanţi locali, luând în consideraţie expresiile (2), (3) şi (4), precum şi exemplele calculate şi pentru bateriile montate în nodurile fără consumatori locali deformanţi în general, pentru puteri ale bateriilor corespunzătoare compensării factorului de putere până la valoarea neutrală sau apropiate, apar situaţii de rezonanţă pentru armonici de ordin mic (5, 7, 11), care pot să existe între armonicile de tensiune U_v ce se aplică bateriilor respective. Rezultă, deci, că pentru a constata dacă fenomenul de rezonanţă poate să apară şi să deterioreze bateriile de condensatoare şi în nodurile fără consumatori nedeformanţi locali este necesar să se cunoască şi să se facă analiza armonică a undelor de tensiune în toate aceste noduri. Trebuie să se menţioneze că, datorită situaţiei generale a circulaţiilor cu totul aleatoare ale armonicilor de curent în reţelele electroenergetice, spectrul acestora, ca şi ponderea lor nu sunt constante în timp, de fapt acestea se pot modifica de la un moment la altul în fiecare nod şi deci situaţiile de rezonanţă, chiar dacă n-au apărut la efectuarea analizei armonice, pentru un nod fără consumatori deformanţi pot să apară într-un alt moment şi bateriile să se deterioreze.

2. Poziţia relativă, baterie de condensatoare-filtru pentru atenuarea regimului deformant

Din examinarea făcută mai sus în legătură cu comportarea bateriilor de condensatoare montate în staţii şi posturi pentru compensarea factorului de putere până la valori apropiate celei neutrale se constată că acestea devin vulnerabile şi există o mare probabilitate de deteriorare datorită fenomenului de rezonanţă pe frecvenţele unor anumite armonice de curent sau de tensiune, care apar atât în nodurile cu consumatori deformanţi, cât şi în cele fără astfel de consumatori. Rezultă deci, că în foarte multe din cazurile de defectare a bateriilor de condensatoare, cauza principală, dacă nu chiar unică, o constituie prezenţa regimului deformant în reţelele electroenergetice.

Preocupările existente şi pe plan mondial nu au reuşit să elimine total regimul deformant prin măsura de montare a unor filtre rezonante pe anumite frecvenţe în apropierea consumatorilor deformanţi, fenomenul, la nivelul reţelelor electroenergetice, fiind mai complex. De fapt, filtrele respective s-au dovedit, în cazurile când sunt realizate şi exploatate corespunzător, eficiente şi sigure. Aceste filtre, care sunt realizate, în principiu, din baterii de condensatoare montate în serie cu bobine de reactanţă, reţin total armonicile de curent pentru care sunt rezonante, reţin parţial armonicile cu frecvenţele mai mari decât cele de rezonanţă, dar, şi aceasta este foarte important pentru problema care se examinează, se comportă ca surse pentru toate armonicile cu frecvenţe mai mici decât cea de rezonanţă şi în primul rând pe fundamentală, pentru 50 Hz, care este în toate cazurile mai mică decât frecvenţele de rezonanţă. În acest fel orice filtru rezonant pe orice armonică superioară produce pe fundamentală putere şi energie reactivă, contribuind prin aceasta şi la compensarea factorului de putere în nodul în care este montat.

Este de reţinut faptul că orice filtru are funcţie dublă, contribuind atât la atenuarea regimului deformant, cât şi la compensarea factorului de putere. În privinţa siguranţei în funcţionare nu sunt de semnalat situaţii defavorabile de principiu, ca în cazul bateriilor de condensatoare. Comparând cele două măsuri, se poate constata că filtrele contribuie în bună măsură atât la atenuarea regimului deformant, cât şi la compensarea factorului de putere, iar bateriile de condensatoare, care contribuie la intensificarea regimului deformant, deşi pot asigura compensarea factorului de putere, sunt vulnerabile în toate nodurile reţelelor, cu sau fără consumatori deformanţi, putând fi oricând deteriorate.

3. Adaptarea actualei măsuri pentru compensarea factorului de putere la solicitările actuale

În etapa actuală de dezvoltare şi modernizare a instalaţiilor consumatorilor şi a celor de alimentare cu energie electică măsura de utilizare numai a bateriilor de condensatoare pentru compensarea factorului de putere reprezintă o soluţie care nu mai este sigură, provocând deteriorarea bateriilor şi intensificând contribuţia acestora la creşterea fenomenului deformant.

Pe de altă parte, filtrele folosite în primul rând pentru atenuarea regimului deformant produc şi energie reactivă, contribuind la compensarea factorului de putere. Rezultă de aici necesitatea de a coordona aceste două măsuri cu acţiuni complementare. Ţinând însă seama de faptul că dintre cele două instalaţii folosirea numai a bateriei de condensatoare prezintă dezavantajele importante menţionate, se consideră că rezolvarea celor două probleme, respectiv, compensarea factorului de putere şi atenuarea regimului deformant în limitele prevăzute de reglementările în vigoare, se poate face nu mergând mai departe cu cele două măsuri actuale, ci aplicând pentru ambele o singură măsură, şi anume de instalare de filtre în toate punctele, indiferent dacă au sau nu consumatori deformanţi.

În afara argumentului de ordin tehnic, şi anume eliminarea pericolului deteriorării bateriei, prin introducerea acesteia într-un filtru în serie cu o bobină, în sprijinul aplicării unei singure măsuri, se poate aduce şi un argument tehnico-economic.

Ca frecvenţă de rezonanţă pentru care se pot realiza aceste filtre în toate nodurile este indicată cea de 250 Hz, corespunzătoare armonicii de ordinul cel mai mic, în acest mod evitându-se producerea de către acesta a altor armonici în afară de fundamentală (50 Hz), contribuind simultan la compensarea factorului de putere şi la atenuarea regimului deformant prin reţinerea totală a armonicii 5 şi parţială a celorlalte armonici de ordin mai mare. Deci, avantaje importante. În plus, se mai consideră necesar să se clarifice încă un aspect, şi anume cel care priveşte consumul de putere reactivă pe fundamentală, din cea produsă de bateria de condensatoare a filtrului pentru compensarea factorului de putere, de către bobina cu care se formează filtrul. În acest sens, plecându-se de la expresia fundamentală a filtrului se determină relaţia:

$$\Delta Q = \frac{Q_{bat}}{\nu_{rez}^2} \qquad (6)$$

de unde rezultă că pierderile de putere reactivă pe fundamentală în bobină depind direct de puterea bateriei şi sunt invers proporţionalle cu pătratul ordinului armonicii de rezonanţă.

Se poate deduce, deci, că pentru filtrele realizate aşa cum s-a propus mai sus, rezonante pe armonica 5, pierderile de putere reactivă în bobină reprezintă 4 % din puterea totală produsă de baterie pe fundamentală, ceea ce se consideră acceptabil.

Concluzii

În prezentul articol s-au analizat noile condiţii în care funcţionează bateriile de condensatoare instalate în reţelele electroenergetice pentru compensarea factorului de putere, ţinând seama de solicitările la care sunt supuse datorită prezenţei şi intensificării regimului deformant. Astfel, se constată că, indiferent de natura consumatorilor din nodurile în care se prevăd baterii, respectiv dacă sunt sau nu deformanţi, acestea devin vulnerabile, existând o mare probabilitate de defectare datorită fenomenului de rezonanţă pe frecvenţele corespunzătoare unor curenţi armonici, care pot fi prezenţi în toată reţeaua. De asemenea, se prezintă comportarea filtrelor care se instalează pentru atenuarea regimului deformant şi care, producând şi puterea reactivă pe fundamentală, contribuie la compensarea factorului de putere şi nu sunt expuse, aşa cum sunt bateriile de condensatoare montate singure. În concluzie, se propune să se unifice cele două măsuri, respectiv baterie pentru compensare şi filtru pentru atenuarea regimului deformant, şi să se realizeze cu bateriile prevăzute pentru compensare, prin completare cu bobine de reactanţă în toate nodurile filtre rezonante, în principiu pe armonica 5, cu care se pot rezolva ambele probleme în limitele stabilite de reglementările în vigoare, cu dezavantaje şi pericole mai mici decât în situaţiile existente în prezent.

Referent: ing. Corneliu Pâslaru - GTDEE, Bucureşti

(Primit la 13 iulie 1994, acceptat la 21 august 1995)

PROCESSUS LORS DE LA VARIATION DU DEPHASAGE ENTRE LE COURANT ET LA TENSION DANS DES CIRCUITS ELECTRIQUES R,L

Dsc. professeur LAZARE PETCANTCHINE*

Articolul prezintă studiul variaţiilor frecvenţei curentului în circuitele electrice R,L, alimentate cu tensiune sinusoidală la frecvenţa de 50 Hz în cursul defazajului între curent şi tensiune.

În articol sunt prezentate rezultate numerice şi grafice ale studiilor de simulare. Se arată că în timpul fiecărei variaţii a defazajului frecvenţa curentului este diferită de frecvenţa tensiunii. Se arată, de asemenea, variaţiile reactanţei inductive a circuitului electric ca urmare a variaţiei frecvenţei curentului în regim tranzitoriu. Se indică posibilităţile de utilizare practică a variaţiilor studiate ale frecvenţei curentului.

The paper presents the analysis of the current frequency variations in R,L circuits supplied by sinusoidal voltage at 50 Hz frequency during the variations of the phase difference between current and voltage. Digital and graphic results of the simulation studies are presented herein. The author shows that during each variation of the phase difference the current frequency is different from the voltage frequency. The inductive reactance variations of the electric circuit as a result of current frequency variation under transient regime, are shown, too. The applicable possibilities of the current frequency studied variations, are indicated.

Descriptori: circuite electrice R, L, defazaj

Pour chaque variation du déphasage du courant par rapport à la tension l'existence de différence entre les vitesses angulaires de la tension ω_b et le courant ω_c est necessaire pour un intervalle de temps donné.

$$\Delta\varphi = \int_o^T (\omega_c - \omega_t)dt \qquad (1)$$

où:

ω_t - vitesse angulaire de la tension;

ω_c - vitesse angulaire du courant;

$\Delta\varphi$ variation de l'angle entre le courant et la tension.

L'équation /1/ peut être présentée aussi de la manière suivante:

$$\omega_c = \omega_t + \frac{d\varphi}{dt} \qquad (2)$$

$$f_c = f_t + \frac{1}{2\pi}\frac{d\varphi}{dt}$$

où:

f_t - la frequence de la tension;

f_t - la frequence du courant.

De [1] et [2] il s'en suit que lors de la variation de l'angle φ au cours du processus transitoire, la vitesse angulaire ω_c respectivement la fréquence f_c du courant sont différentes des memes grandeurs de la tension. Cette différence dépend de la vitesse de la variation de l'angle φ. Plus la vitesse est grande c'est-à-dire pour un intérvalle de temps court une grande variation de l'angle a lieu, les différences des vitesses angulaires sont plus grandes. On sait que de telles variations rapides de l'angle du courant dans les réseaux électriques apparaissent en cas de court circuit ou bien lors du débranchement des générateurs puissants, des consommateurs ou des lignes électriques. Si l'on suppose que l'angle initial a été de 15°, et dans le nouveau régime après la variation est de 75°, la différence de l'angle sera $\Delta\varphi$ = 60°, $\Delta\varphi$ = 1.047 rad. Si l'on suppose

* Université technique de Sofia - Bulgaria

également gue la variation a duré 20 ms et qu'elle a une vitesse constante alors:

$$\Delta\omega_c = \Delta\varphi / \Delta t = 1.047/0.02 = 52.35 \text{ rad/s}$$

$$\Delta f_c = 52.35/2\pi = 8.33 \text{ Hz}$$

Pour une fréquence nominale de la tension f_t = 50 Hz la différence des fréquences Δf_C en unités relatives sera $\Delta f_c^* = 0.167$. Comme pour ce cas l'angle augmente et le courant est en retard par rapport à la tension, le Δf_c est de signe négatif. Par conséquent pour ce cas la fréquence du courant lors de la variation de l'angle est plus petite que la fréquence de la tension de 16.7 %.

Sur la fig.1 et sur la fig.2 on a montré graphiquement de tels processus de variation du déphasage φ. Sur la fig.1 φ varie de 10° jusque' à 75° pour 0.027s. La variation de l'angle commence au point **A** et finit au ponit **B**. Pendant le temps de variation il faut augmenter la distance entre les intersections des courbes de la tension et du courant

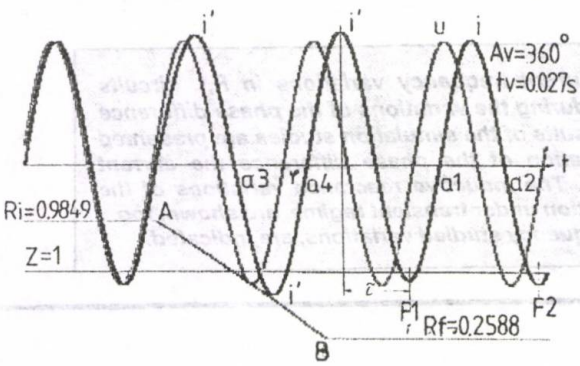


Fig.1.

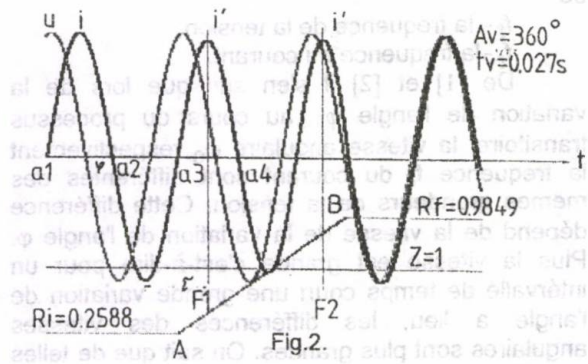


Fig.2.

avec l'axe du temps. Par consequent lors de la variation de φ sécante **a3a4** est plus longue que les autres sécantes pendant le régime établi, par exemple **a1a2**. Ces sécantes sont égales a la moitié de la période de la sinusoide du courant. Comme **a3a4>a1a2** la fréquence du courant f_c pendant le temps d'augmentation de φ est inférieure à celle du régime établi et elle est également inférieure à la fréquence de la tension.

Sur la fig.2 on a montré le processus inverse φ varie de 75o jusqu'à 10o pour 0.027 s. La variation du déphasage commence en **A** et finit en **B**. Dans ce cas **a3a4<a1a2** et la fréquence du courant f_c lors de la variation du φ est supérieure à celle du régime établi et elle est également superieure a la fréquence de la tension.

Il est d'intérêt comment varieront les réactances inductives lors de ces variations de la fréquence du courant. On peut s'attendre à des variations des réactances inductives par rapport à celles des régimes établis à cause de la variation de la fréquence du courant. Comme conséquence de la variation des réactances inductives il faut y avoir des différences entre les amplitudes du courant lors de la variation du φ et celle-ci pendant les régimes établis. De la fig. 1 on voit que l'amplitude du courant *i'* pendant le régime transitoire est supérieure aux amplitudes pendant le régime etabli, car la fréquence du courant f_c est inférieure de 314.16/2π et par conséquent la réactances inductive est plus petite. Pour la fig. 2, *i'* est inférieur à *i* du regime etabli par suite de la fréquence augmentée du courant pendant le temps de la diminution du φ. Les courbes du courant de la fig. 1 et de la fig.2 sont obtenues pour des variations uniquement du déphasage par la variation de R et L, pour $Z = \sqrt{R^2 + (314{,}16L)^2} = 1$ d'apres le schéma de la fig. 3*a* de la solution numérique de l'equation différentielle [4].

$$U = Ri + L\frac{di}{dt} \qquad (4)$$

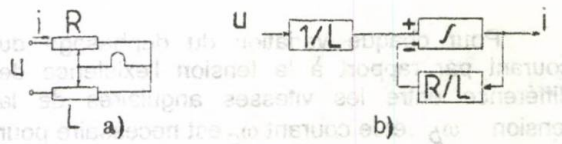


Fig.3

La solution de l'équation différentielle [4] est connue lors d'une variation par echelon de l'impédance Z - la somme des composants périodique et apériodique.

$$i = \frac{U_m}{Z}\sin(\omega_t t + \alpha - \varphi_f) + Ce^{-\frac{R}{L}t}$$

où:

Z - impédance du circuit électrique;

φ_f - angle final déphasage du courant;

α - angle donnant les valeurs instantanées de la tension au moment de la variation du courant;

C - constante qui est déterminée des conditions initiales.

L'équation transformée [4] a l'expression suivante:

$$i = \int \left(\frac{U}{L} - \frac{R}{L} i \right) dt$$

La solution de l'équation peut se faire suivant le schema de la fig. 3*b*.

Pour étudier différents cas de ces processus pour différentes vitesses de variation de φ et différent moment de commencement de la variation par rapport à la sinusoïde du courant on a fait un programme pour solution numérique de l'équation différentielle pour le schema de la fig. 3*b*.

Dans le programme on a prévu la possibilité de variation simultanée de la résistance R et de l'inductance L avec une vitesse constante. On peut programmer le début de la variation de R et de L et la vitesse avec laquelle elles varient. La tension avec laquelle on alimente le circuit électrique a une amplitude et une fréquence constantes.

$$U = U_m \sin(\omega_t t + \varphi)$$

$$U_m = \sqrt{2}\, U_{ef} \qquad \omega_t = 314{,}16 \text{ rad/ s}$$

On peut étudier des variations de φ avec déphasage initial et déphasage final determinés au préalable.

La solution de l'équation différentielle commence avec des conditions initiales qui correspondent à un régime établi. Cela signifie qu'au commencement de la solution le courant passe par zéro. Pour la tension on donne un angle d'avance égal à l'angle initial φ_i suivant le cas concret.

$$\varphi_i = \text{arctg} \frac{X_i}{R_i}$$

$$U = \sqrt{2}\, U_{ef} \sin(314{,}16 t + \varphi_i)$$

Le programme calcule la fréquence du courant pour chaque demipériode de la sinusoïde du courant par déterminant le temps entre le maximum et le minimum de la courbe du courant - fig. 1 ou entre le minimum et le maximum - fig. 2. La fréquence du courant est calculée suivant l'équation [5] et cette valeur est enregistrée (montrée) dans l'intervale **F1F2** jusque la mesure suivante.

$$f_c = \frac{1}{2\tau} \text{Hz} \qquad (5)$$

La fréquence du courant déterminée d'après la fig. 1 est indiquée f_c et celle déterminee d'après fig.2 - f'_c

On a étudié quatre cas de variation du dephasage du courant:

1 Cas. Variation uniquement du déphasage du courant, R et L varient de telle façon que $Z = \sqrt{R^2 + (314{,}16L)^2} = 1$ (c'est un cas idealisé). L'angle initial est $\varphi i = 10^\circ$ et l'angle final est $\varphi f = 75^\circ$. La résistance initiale respectivement est R_i = 0,9849 est résistance finale Rf =0,2588 (toutes les valeurs de R, L et Z sont en unités relatives).

2 Cas. On varie l'angle φ de $\varphi_i = 75^\circ$ jusqu'à $\varphi_f = 10^\circ$, c'est-a-dire on diminue l'angle entre le courant et la tension par variation de R de R_i = 0,2588 jusqu' a R_f = 0,9849 pour Z = 1 - variation uniquement du déphasage du courant.

3. Cas. On varie l'angle φ de φ_i =15,08° jusqu'a φ_f = 65,77°, respectivement R_i = 1,85, R_f = 0.18, L_i = 0,0015915, L_f = 0,0012732. Dans ce cas la variation de l'impédance est de l'impédance initiale Z_i =1,916 jusqu'a Z_f = 0.4386.

4 Cas. On varie l'angle φ de φ_i = 65,77° jusqu'à, φ_f = 15,08°, R_i = 0.18, R_f = 1.85, L_i = 0,0012732, L_f = 0,0015915.

Dans le premier et le deuxième cas la frequence du courant est déterminée uniquement suivant le fig. 1 - f'_c, pour le troisieme et le quatrième cas suivant la fig.1 - f'_c et fig. 2 - f''_c. On a varié la vitesse de variation de R et L en faisant varier le temps de leur variation. Le temps de cette variation simultanée est indiqué par *tv*. On a changé également le début du commencement de la variation de R et L indiqué par *Av* les degrés étant mesurés par rapport à la sinusoïde du courant dans le début de la solution. Pour chaque solution on a imprime numériquement et graphiquement R, L, Z, le courant i, et la fréquence du courant f'_c ou f''_c

Résultats des simulations numériques

Certains résultats des études pour les variations de la fréquence du courant pour les variations du déphasage le courant et la tension sont montres en six tables. Dans chaque cellule des tables pour les *tv* et *Av* correspondants on a donné la fréquence minimale du courant lors de l'augmentation du φ ou la fréquence maximale du courant pour une dimination de φ. Les variations de φ sont une conséquence des variations de R et L.

Dans les deux premieres tables on a indiqué les resultats des études suivant le premier et le deuxième cas. Dans la troisième et la quatrième tables on a montré les resultats des études suivant le troisieme et le quatrieme cas, en determinant la frequence du courant - f'_c. Dans la cinquième et la sixième table on a donné les resultats des études suivant le troisième et le guatrième cas mais en determinant la fréquence du courant f''_c .

Table 1

Variation de φ de 10° jusqu'a 75°

tv[sec]	Av			
	90°	180°	270°	360°
	f'_c[Hz]	f'_c[Hz]	f'_c[Hz]	f'_c[Hz]
0.0068	40.293	37.779	45.473	47.584
0.014	37.582	41.185	48.55	43.845
0.027	41.663	44.545	44.466	43.769
0.054	44.545	46.612	48.55	45.888
0.0002	-	38.865	-	-

Table 2

Variation de φ de 75° jusqu'a 10° Av = 90°

tv [sec]	0.0068	0.014	0.027	0.054
f'_c[hz]	69.256	58.037	59.837	54.271

Table 3

Variation de φ de 15.08° jusqu'a 65.77°

tv [sec.]	Av			
	90°	180°	270°	360°
	f'_c[Hz]	f'_c[Hz]	f'_c[Hz]	f'_c[Hz]
0.005	46.612	39.01	42.909	50.00
0.006	43.390	38.123	46.183	50.00
0.01	39.009	41.594	49.313	47.539
0.02	44.943	46.917	43.541	43.541
0.04	46.526	47.584	45.105	44.584
0.0005	43.39	40.22	-	-

Table 4

Variation de 65.77° jusqu'a 15.08°

tv [sec.]	Av			
	90°	180°	270°	360°
	f'_c[Hz]	f'_c[Hz]	f'_c[Hz]	f'_c[Hz]
0.005	69.256	67.669	-	-
0.01	71.22	62.36	-	-
0.02	63.79	57.97	-	-
0.04	58.44	54.80	-	-
0.0005	-	-	51.91	69.35

Table 5

Variation de φ de 15.08° jusqu'a 65.77°

tv [sec]	Av			
	90°	180°	270°	360°
	f''_c [Hz]	f''_c [Hz]	f''_c[Hz]	$f''c$[Hz]
0.005	46.612	39.01	42.909	50.00
0.01	39.909	41.594	49.313	47.539
0.062	43.39	38.123	46.183	50.00
0.02	44.943	46.917	43.541	43.541
0.04	46.526	47.584	48.224	44.584
0.0005	-	40.22	-	-

Table 6

Variation de φ de 65.77° jusqu'a 15.08°

tv [sec]	Av	
	90°	180°
	f''_c [Hz]	f'_c [Hz]
0.005	68.87	67.57
0.01	71.22	62.28
0.02	63.79	57.97
0.04	58.44	-

Les résultats indiqués dans les tables pour la fréquence du courant pour des variations de son déphasage montrent qu'avec l'augmentation du déphasage la fréquence du courant pour une intervalle determinée de temps diminue et l'inverse lors de diminution du déphasage la frequence du courant pour une intervalle donnée augmente. Ces résultats confirment les conclusions annoncées au debut de l'article. Certains des résultats ne sont pas logiques - on obtient des écarts des fréquences du courant inférieurs pour de vitesses de variation du déphasage $d\alpha/dt$ superieurs. Une explication pour ces résultats nonlogiques est la manière de determination de la fréquence du courant - f'_c suivant la fig. 1 ou f''_c suivant la fig. 2 et la dépendance du moment pour le commencement de la variation du déphasage par rapport a la sinusoïde du courant **Av**.

Pour les cas indiqués sur les figures de 4 a 7 (traces sur l'imprimante) on voit que les amplitudes du courant *i'* lors des variations du déphasage sont plus grandes et aussi que l'amplitude de la première demi-onde du courant *i'* après la fin de l'augmmentation du déphasage est plus grande malgré que la diminution de *R et* L ait fini plutot. Ce phénomène peut être éxplique par la diminution de la fréquence du courant pendant cette intervalle de temps et par conséquent la diminution de la réactance $X = 2\pi f_c L$ lors du processus transitoire de variation du déphasage. Cette reactance changée pendant le processus transitoire peut être apppelée "réactance transitoire" du circuit électrique de facon analoque de la réactance transitoire du génèrateur synchrone.

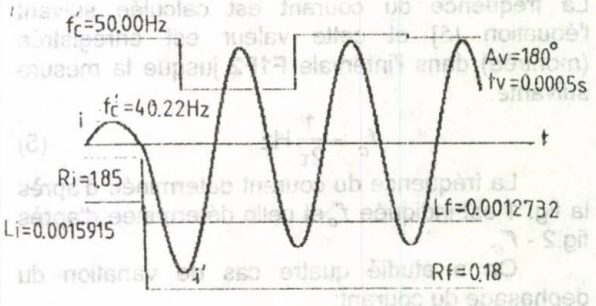


Fig.4

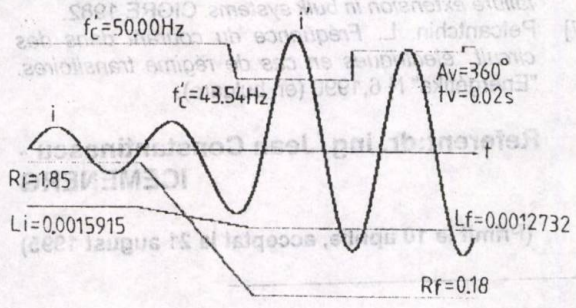


Fig.5

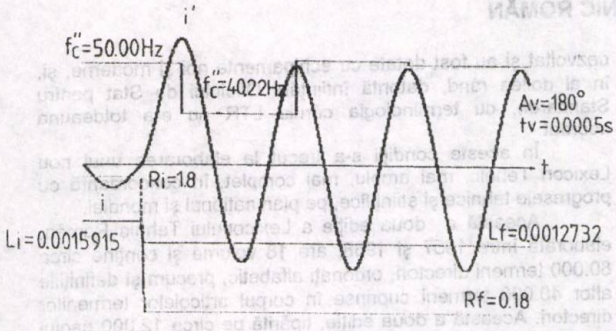


Fig.6

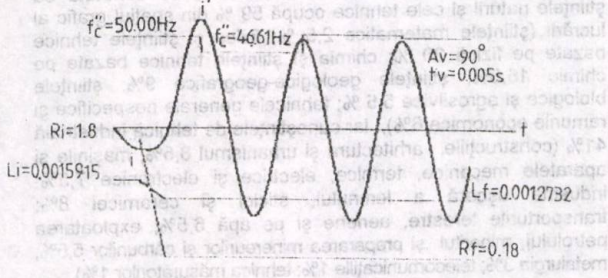


Fig.7

Sur les fig. 2 et fig. 8 on voit le phénomene invers. Pour une diminution du déphasage φ la fréquence du courant pour un certain temps est augmentée. Les amplitudes des demi-ondes du courant lors de la fréquence augmentée diminuent a cause de la réactance augmentée $X = 2\pi f_c L$.

Les études numériques sont effectuées pour une variation simultanée linéaire dans le temps de R et L. Si cette variation est différente de a linéaire, par example quadratique, les résultats seront différents comme quantité, mais comme qualité les processus seront les memes.Quand de tels processus ont lieu dans un réseau électrique complexe a plusieurs branches, les processus seront différents comme quantité car les variations des courants dans les

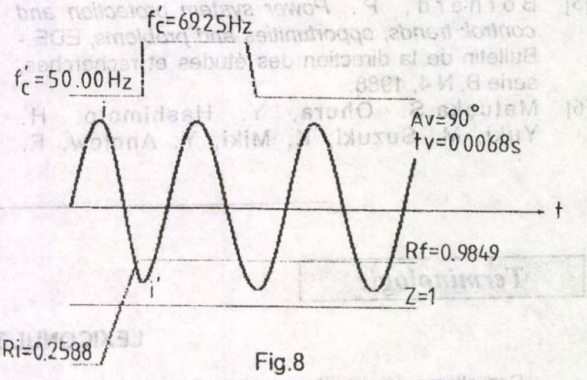


Fig.8

branches seront différents. Dans les réseaux électriques triphasés les processus deviennent encore plus complexes si on prend en considerations des pannes non-triphasés.

En cas de grandes inductances-transformateurs de puissance et inductances limitant de courant de court-circuit il y aura lieu une variation bien exprimée de la réactance lors de variation du déphasage du courant qui les parcourt. Probablement ce processus participe partiellement lors de l'obtiention de la reactance transitoire des générateurs synchrones.

Conclusion

On a prouvé que pour chaque variation du déphasage entre le courant et la tension la fréquence de l'harmonique fondamentale du courant est différente de la fréquence de la tension. Il est connu que lors des court-circuite ou bien pendant d'autres pannes dans le réseau électrique le même angle varie ce qui provoque des différences entre f_t et f_c. Par conséquent des différences entre f_t et f_c apparaissent lorsque les relais de protection et les dispositifs automatiques en cas d'urgence doivent fonctionner. Jusqu'a present dans les deux cas cités plus haut on n'utilise pas la fréquence du courant comme porteur d'information sur l'état du réseau électique. Utiliser en plus la fréquence du courant dans les relais de protection et dans les dispositifs automatiques en cas d'urgence pourrait améliorer la commande des processus dans les réseaux électriques.

BIBLIOGRAPHIE

[1] Kalantarov, P.L. Neĭman, L.P. *Electrotechnique théorétique.* GEI - Moskva, Léningrad (en russe).

[2] Knight, U.G. *Enquete sur les stratégie de commande en cas d'urgence*. Electra, N 44 1976.

[3] Caprio, U.Di. *Energency control.* Proceeding of the 7 th conference of PSCC 1981.
[4] Knight, U.G. *A review of emergency control of power systems* CIGRE-IFAC symposium 1983.
[5] Bornard, P. *Power system protection and control: trends, opportunities and problems,* EDF - Bulletin de la direction des études et recherches, serie B, N 4, 1988.
[6] Matuoka,S. Ohura, Y. Hashimoto, H. Yuki, M. Suzuki, K. Miki, Y. Anclow, F. *The protective relayng system for preventing power failure extension in bulk systems.* CIGRE 1982.
[7] Petcantchin, L. *Fréquence du courant dans des circuit électriques en cas de régime transitoires.* "Energétika" N 6,1990 (en bulgare).

Referent:dr. ing. Jean Constantinescu - ICEMENERG

(Primit la 10 aprilie, acceptat la 21 august 1995)

Terminologie

LEXICONUL TEHNIC ROMÂN

Dezvoltarea explozivă multidirec-ţională a ştiinţelor tehnice în secolul XX a introdus în terminologia respectivă un număr considerabil de noţiuni şi de termeni noi, care au necesitat definiţii şi explicaţii pentru înţelegerea şi aplicarea în practică a noilor cunoştinţe.

În cadrul fostului AGIR (Asociaţia Generală a Inginerilor din România) şi apoi în cadrul fostului CNIT (Consiliului Naţional al Inginerilor şi Tehnicienilor) a apărut ideea elaborării unui Lexicon Tehnic. Editarea lucrării a fost încredinţată Editurii Tehnice, care a acodat o atenţie deosebită prezen-tării grafice a lucrării.

Considerăm că este util să facem cunoscut modul în care a fost elaborat Lexiconul Tehnic Român, respectiv experienţa căpătată cu această ocazie.

Practic, realizarea Lexiconului a început prin organizarea unui colectiv compus din două eşaloane:

- primul eşalon era constituit dintr-un grup de ingineri, reprezentând principalele discipline ştiinţifico-tehnice. Dintre aceştia amintim: prof. dr. ing. Alexandru Timotin, prof. dr. ing. Andrei Ţugulea, ing. Paul Cartianu, prof. ing. Iosif Ionescu - Muscel, prof. ing. Ovidiu Dragnea, ing. Constantin Ştefănescu-Nica etc. Acest prim eşalon mai cuprindea.un doctor în lingvistică şi un grup pentru pregătirea, tehnoredactarea, colaţio-narea şi corectura textului;
- al doilea eşalon, sub conducerea academicianului prof. dr. ing. Remus Răduleţ, a fost constituit din academician dr. ing. Ştefan Bălan, prof. ing. Nicolae Şt. Mihăilescu (coordonator general tehnic), prof. dr. ing. Radu Ţiţeica şi ing. Carol Neuman (reprezentând AGIR, respectiv CNIT).

Primul eşalon a stabilit termenii ce urmau a fi cuprinşi în Lexicon, pe care i-a difuzat specialiştilor (în număr de 400) pentru elaborarea primei versiuni, după care a redactat textele finale prezentate în "stil lexicon" şi a completat, în calitate de coautori, lipsurile constatate. Al doilea eşalon a avut rolul de verificare şi coordonare generală şi tehnică a întregului text.

Acestă etapizare a activităţii a avut drept scop selectarea riguroasă, din punct de vedere ştiinţific şi tehnic, a unor texte şi redactarea lor unitară şi corectă.

Analiza semnificaţiei unor termeni şi definirea lor cât mai corectă au necesitat uneori dezbateri în colective de specialitate, apelându-se şi la Institutul de Lingvistică pentru adaptarea formelor de exprimare corespunzătoare.

Lexiconul Tehnic Român a apărut în două ediţii.

Prima ediţie, elaborată în perioada 1947 - 1956, a avut 7 volume format A4 şi un indice alfabetic, conţinând circa 48.000 termeni directori, definiţi şi explicaţi în limba română, completaţi cu traducerea lor în limbile cele mai des folosite în ţara noastră (franceza, germana, engleza, rusa, maghiara).

Această lucrare lexicografică de largă informare enciclopedică a devenit însă curând insuficientă, în primul rând datorită faptului că în ultima parte a elaborării lui în patria noastră au apărut noi ramuri de producţie, iar altele s-au dezvoltat şi au fost dotate cu echipamente noi şi moderne, şi, în ai doilea rând, datorită înfiinţării Oficiului de Stat pentru Standarde, cu terminologia căruia LTR nu era totdeauna acordat.

În aceste condiţii s-a trecut la elaborarea unui nou Lexicon Tehnic, mai amplu, mai complet, în concordanţă cu progresele tehnice şi ştiinţifice, pe plan naţional şi mondial.

Această a doua ediţie a Lexiconului Tehnic Român, elaborată între 1957 şi 1968, are 18 volume şi conţine circa 80.000 termeni directori, ordonaţi alfabetic, precum şi definiţiile altor 40.000 termeni cuprinse în corpul articolelor termenilor directori. Această a doua ediţie, tipărită pe circa 12.000 pagini de tipar, reprezentând 2.240 coli editoriale, este ilustrată cu peste 20.000 figuri, planşe, diagrame şi scheme tehnologice, a fost completată cu un al 19-lea volum, care conţine indicele alfabetic extrem de amplu, realizat într-o formă rar întâlnită.

Analizând proporţia în care diversele discipline sunt reprezentate în noua ediţie a Lexiconului, se constată că ştiinţele naturii şi cele tehnice ocupă 59 % din spaţiul grafic al lucrării (ştiinţele matematice 2,5 %; fizica şi ştiinţele tehnice bazate pe fizică 20 %; chimia şi ştiinţele tehnice bazate pe chimie 16,5%; ştiinţele geologice-geografice 9%; ştiinţele biologice şi agrosilvice 5,5 %; tehnicele generale nespecifice şi ramurile economice 6%), iar cunoştinţele de tehnică industrială 41% (construcţiile, arhitectura şi urbanismul 8,5%; maşinile şi aparatele mecanice, termice, electrice şi electronice 7,5%; industria uşoară a lemnului, sticlei şi ceramicei 8%; transporturile terestre, aeriene şi pe apă 6,5%; exploatarea petrolului, minerităt şi prepararea minereurilor şi cărbunilor 5,5%; metalurgia 3%; telecomunicaţiile 1%; tehnica măsurătorilor 1%).

De asemenea, această a doua ediţie a Lexiconului conţine termenii adoptaţi ca urmare a descoperirilor şi aplicaţiilor privind electronica teoretică şi industrială, proble-mele emiterii, transmiterii, recepţiei şi păstrării informaţiei, problemele calculatoa-relor electronice şi reprezentării prin modele, precum şi unele realizări de ultimă oră ale ştiinţei şi tehnicii, care abia acum încep să-şi găsească aplicaţii practice, cum sunt laserul, maserul, sateliţii artificiali ai Pământului etc.

Noua ediţie a Lexiconului Tehnic Român, de dimensiuni neobişnuite în ţara noastră şi chiar în multe alte ţări, apreciată ca una din cele mai valoroase lucrări de acest gen din lume (de către UNESCO şi de către institute de specialitate din SUA, Marea Britanie, Japonia etc.), reprezintă cea mai mare lucrare enciclopedică românească pusă la îndemâna specialiştilor din domeniul tehnicii şi ştiinţelor în vederea unei informări rapide asupra unor probleme din specialitate sau din domenii fundamentale, pentru care studiu detaliat nu poate fi găsit decât în lucrări de specialitate care, de cele mai multe ori lipsesc din literatura noastră tehnico-ştiinţifică.

prof. dr. ing. NICOLAE ŞT. MIHĂILESCU, ing. PAUL CARTIANU

CREŞTEREA RENTABILITĂŢII ACTIVITĂŢII DE FURNIZARE A ENERGIEI ELECTRICE PENTRU MARII CONSUMATORI - O CONDIŢIE DE SUCCES ÎN CADRUL VIITOAREI CONCURENŢE DIN SECTORUL ENERGETIC

ing. FLORIN CIOBANU, ing. HERMINA ALBERT,
ing. GEORGE LAVROV, ing. DAN PREOŢESCU *

În prezenta lucrare se fac o serie de consideraţii asupra politicii de asigurare a calităţii serviciului şi de adaptare a soluţiilor de alimentare cu energie electrică la marii clienţi industriali.

Se evidenţiază obiectivele stabilite de RENEL în acţiunea de eficientizare a compartimentului de furnizare - acţiune în curs de desfăşurare. De asemenea, se prezintă elemente de reconsiderare a politicii privind calitatea serviciului de furnizare, precum şi a politicii de optimizare a actualelor soluţii de alimentare pentru marii clienţi industriali.

The paper makes some considerations on the policy of the quality assurance department as well as on the policy of adopting electric energy supply solutions to big industrial consumers.

The RENEL's goals for increasing the efficiency of the supply department - action in progress - are pointed out. At the same time, re-assessement elements for the policy on the supply service quality and for the policy to optimize the present supply solutions to big industrial consumers, are presented.

Descriptori: reţele electroenergetice, mari consumatori de energie, competitivitate, eficienţă

Introducere

Un segment important al consumatorilor de energie electrică îl reprezintă marii clienţi industriali, atât în România, cât şi în lume.

Chiar în condiţiile restrângerii consumului de energie electrică la această categorie de clienţi, intervenită în actuala perioadă de tranziţie (restrângere datorată atât recesiunii economice, cât şi retehnologizării din unele sectoare energofage), sectorul industrial încă reprezintă în România circa 60% din totalul de energie electrică consumată anual.

Sectorul industrial reprezintă şi va reprezenta cel mai atractiv eşalon pentru furnizorul de energie electrică, atât prin volumul furniturii consumate, cât şi prin unele clauze contractuale reciproc avantajoase pentru cei doi parteneri.

Din experienţa ţărilor dezvoltate tehnologic se poate prevedea şi în România, în condiţiile pătrunderii tehnologiilor de vârf (robotică, tehnică de calcul, procese asistate de calculator), apariţia unor clienţi cu pretenţii deosebite, referitoare atât la calitatea furniturii, cât şi la calitatea serviciului prestat de furnizor.

În prezenta lucrare se fac o serie de consideraţii referitoare atât la politica de asigurare a calităţii serviciului, cât şi la politica de adaptare a soluţiilor de alimentare la marii clienţi industriali.

1. Etape în acţiunea RENEL de eficientizare a compartimentului de furnizare

Integrându-se mutaţiilor economice din ultimii ani, RENEL desfăşoară o activitate susţinută de modernizare şi eficientizare a activităţii de furnizare a energiei electrice. Această activitate de modernizare implică mai multe etape realizate sau în curs de desfăşurare, şi anume:

- iniţierea unei noi legi a energiei;
- revederea şi actualizarea actelor normative care stau la baza relaţiei furnizor-consumator industrial (RFUEE, Pe 124/1993, Normativ privind stabilirea soluţiilor de alimentare cu energie electrică a consumatorilor industriali şi similari, Instrucţiuni de detaliere a unor reglementări ce decurg din RFUEE, Contract cadru pentru furnizarea energiei electrice la mari consumatori);

* Institutul de Studii şi Proiectări Energetice - ISPE, Bucureşti

- crearea unor baze de date la îndemâna furnizorului, cu indicatorii de fiabilitate în nodurile reţelei de 400, 220 şi 110 kV. Aceste baze de date pot fi utilizate la determinarea nivelului de continuitate în alimentarea consumatorilor (de talie mare sau medie), corespunzător diferitelor scheme de racordare; nivelul de continuitate în alimentare este determinat de nivelul de siguranţă asociat nodului de sistem din care pleacă racordul/ racordurile şi de gradul de complexitate al racordului/racordurilor propriu-zis/propriu-zise;

- elaborarea de către RENEL a unui sistem tarifar corelat cu calitatea serviciului oferit clientului (corelarea tarifului cu nivelul de continuitate în alimentare), inclusiv un sistem opţional de garanţii privitoare la asigurarea continuităţii în alimentarea cu energie electrică;

- testarea pe un eşantion reprezentativ de consumatori industriali a mijloacelor elaborate în vederea eficientizării activităţii de furnizare (acte normative, baze de date, sistem tarifar), care implică renegocierea schemei de racordare la reţea, prin analizarea condiţiilor de siguranţă şi a celor financiare şi optional negocierea unor clauze de garantare.

2. Reconsiderarea politicii de asigurare a continuităţii în alimentarea consumatorilor industriali - calitatea serviciului

Până în 1990 stabilirea soluţiilor de racordare la reţeaua SEN a marilor consumatori industriali pleca de la obligativitatea asigurării unui nivel cât mai ridicat de asigurare a alimentării cu energie electrică (obligativitate impusă furnizorului prin ediţiile anterioare ale normativului PE 124), materializată în scheme de alimentare complexe (două şi mai multe căi de alimentare în paralel din staţii/bare diferite).

În conformitate cu actualele reglementări (PE 124/93 şi RFUEE) sistemul de alimentare cu energie electrică a unui consumator trebuie să asigure o cale de alimentare de bază corespunzătoare sarcinii maxime de durată.

Adoptarea unor soluţii de racordare mai complexe, corelată cu garantarea unui anumit nivel de continuitate în alimentarea consumatorului (la cerere), se va reflecta în plan financiar prin majorarea costurilor de furnizare, în strânsă corelare cu nivelul de risc asumat de furnizor.

Conform celor de mai sus şi în concordanţă cu evoluţia pe plan mondial apare oportună introducerea conceptului de calitate a serviciului, care să cuantifice, plecând de la condiţiile medii oferite de reţeaua SEN, nivelul de continuitate în alimentarea consumatorilor industriali.

Nivelul de continuitate în alimentarea unui consumator se caracterizează prin indicatori, valoarea acestora fiind determinată de:

- siguranţa asociată nodului din SEN la care se racordează plecările spre consumator;

- siguranţa intrinsecă instalaţiilor de racordare (între staţia/staţiile SEN şi punctul/punctele de delimitare).

Evident, rezultă necesară o corectă corelare între cele două elemente în alegerea soluţiilor de racordare.

Soluţia de alimentare cu energie electrică (numărul şi caracteristicile căilor de alimentare şi ale punctelor distincte de primire, inclusiv instalaţiile suplimentare necesare în SEN) va fi aleasă de către consumator prin negocieri cu furnizorul (vezi diagrama prezentată în anexa 1).

Optimizarea soluţiei de alimentare este actuală şi pentru instalaţiile existente, cu scopul eficientizării activităţii de furnizare a energiei electrice.Simplificarea instalaţiilor existente, de comun acord cu consumatorul, disponibilizează capacităţi pentru alte dezvoltări.

Evident, o astfel de acţiune se poate realiza numai în condiţiile existenţei unui sistem tarifar adecvat.

3. Căi şi principii de optimizare a actualelor soluţii de alimentare pentru marii consumatori existenţi

Pentru consumatorii existenţi, în cazul în care se are în vedere retehnologizarea, reabilitarea şi modernizarea proceselor tehnologice, se pune problema reanalizării soluţiilor de alimentare.

În cadrul unei analize efectuate asupra a 63 mari consumatori industriali din diferite ramuri industriale (siderurgie, metalurgie, chimie, petrochimice, construcţii de maşini şi ciment) a reieşit faptul că toţi consumatorii au două sau mai multe căi de alimentare la 220 kV, 110 kV sau MT. Unii dintre aceşti consumatori dispun de două sau mai multe puncte de consum, alimentate independent din SEN.

În cazul consumatorilor cu două sau mai multe puncte de consum pe aceeaşi platformă industrială există, de regulă, şi o reţea de legătură între aceste puncte aflate în proprietatea şi exploatarea consumatorilor.

Analiza efectuată a reliefat următoarele caracteristici:

- În cazul schemelor existente, cu două sau mai multe căi de alimentare în paralel pentru fiecare punct de consum:

  • 95 % dintre punctele de consum au o întrerupere la mai mult de 10 ani ;

  • 5 % dintre punctele de consum au o întrerupere la mai puţin de 10 ani .

- În ipoteza că toţi aceşti consumatori ar fi alimentaţi printr-o singură cale pentru un punct de consum, ponderea devine următoarea:

• 25 % puncte de consum - o întrerupere la mai mult de 10 ani

• 38 % puncte de consum - o întrerupere la 5-10 ani

• 24 % puncte de consum - o întrerupere la 3-5 ani

• 13 % puncte de consum - o întrerupere la mai puţin de 3 ani.

Din datele prezentate rezultă că indicatorii de continuitate în alimentare pentru o cale de curent şi un punct de consum sunt în proporţie de 63 % la nivelul performanţelor de siguranţă oferite de SEN (o întrerupere la 5-10 ani).

În ceea ce priveşte restul de 37 % din consumatorii analizaţi, aceştia prezintă în medie o întrerupere la 5 ani sau mai puţin, dar se referă la întreruperea unui singur punct de alimentare. Din analiza efectuată a rezultat că 55 % dintre aceşti consumatori dispun însă de două sau mai multe puncte de consum alimentate prin câte o cale din sistem.

În concluzie, din totalul de 63 mari consumatori industriali numai 17 % ar avea întreruperi totale pe platformă în medie o dată la 5 ani sau mai puţin.

Aceste situaţii constituie un argument pentru analiza de la caz la caz a condiţiilor de alimentare din SEN a marilor consumatori existenţi în scopul optimizării actualelor scheme de alimentare.

În cadrul acestei analize un aspect deosebit de important se referă la faptul că, oricâte căi de alimentare ar avea un consumator, continuitatea în alimentare nu poate fi mai bună decât nivelul oferit de sistem în zona respectivă.

Se pot formula următoarele principii în abordarea simplificării schemelor:

1. Utilizarea unei căi de rezervă realizează o îmbunătăţire substanţială a fiabilităţii schemei de alimentare propriu-zise a consumatorului. Realizarea în continuare a unei a treia sau a mai multor căi de rezervă are o eficienţă suplimentară foarte redusă.

2. Considerentele care stau la baza stabilirii soluţiei de alimentare sunt:

- soluţia respectă condiţiile impuse;

- pentru soluţiile care depăşesc necesităţile impuse de condiţiile tehnice, cheltuielile suplimentare vor trebui evidenţiate şi suportate de consumator;

- pentru consumatorii care au receptoare a căror întrerupere poate duce la consecinţe grave, este necesară prevederea de către aceştia a unor surse proprii de intervenţie, indiferent de nivelul de siguranţă al alimentării din SEN.

3. Se va alimenta sistemul în ansamblu, urmărindu-se corelarea între fiabilitatea asociată (a nodului/nodurilor SEN) şi fiabilitatea schemei propriu-zise.

4. Îmbunătăţirea fiabilităţii schemei propriu-zise şi, în special, reducerea duratei de întrerupere pot fi realizate prin rezervări parţiale (ale elementelor celor mai solicitate/cele mai puţin fiabile/cu cele mai mari durate de reparaţie) cu rezultate echivalente cu cele obţinute prin dublarea căilor de alimentare.

5. Creşterea continuităţii în funcţionare poate fi obţinută prin măsuri de exploatare, de mentenanţă preventivă, precum şi de prevederea de elemente de intervenţie şi rezervă până aproape de nivelul obţinut prin dublarea căilor de alimentare.

4. Etape în stabilirea soluţiei de alimentare a unui mare consumator industrial

Conform reglementărilor actuale (PE 124/93) stabilirea soluţiei de alimentare se face de comun acord prin opţiunea consumatorului şi cu avizul furnizorului.

Având în vedere principiile descrise mai sus, se consideră interesantă prezentarea algoritmului posibil de negociere/renegociere a soluţiei de alimentare a unui consumator de talie mare.

Desfăşurarea acţiunii necesită o bază de date a furnizorului referitoare la indicatorii de fiabilitate medii şi maximali (cu un risc stabilit) ai nodurilor SEN, mijloace de calcul pentru determinarea indicatorilor de siguranţă ai racordurilor propriu-zise (programul SIGMARK pe calculatoare PC), cât şi un sistem tarifar (sau de taxe) care să reflecte costurile de exploatare suportate de furnizor pentru instalaţiile suplimentare.

De asemenea, se consideră cazul când furnizorul poate oferi garanţii, cu implicaţii financiar-juridice asupra ambelor părţi contractante.

În anexa 1 se prezintă algoritmul de stabilire prin negocieri a soluţiilor de racordare sau renegociere în cazul unor consumatori existenţi. În toate cele patru etape (A_1, A_2, B şi C) se urmăreşte realizarea eficientizării activităţii de furnizare a energiei electrice.

5. Exemplu de caz pentru un consumator existent

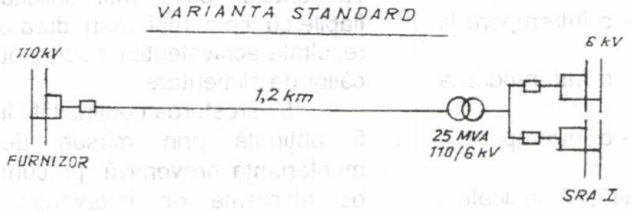
La capitolul 2 s-a menţionat faptul că adaptarea instalaţiilor de racordare la necesităţile reale privind cantitatea energiei şi puterii cerute, cât şi la calitatea serviciului, prezintă un mare interes atât pentru furnizor, cât şi pentru client.

Pentru un consumator industrial prevăzut cu două puncte de consum (două SRA 110/6 kV) şi fiecare punct prevăzut cu dublă alimentare, se pot analiza mai multe variante privind instalaţiile de alimentare:

- varianta standard conform PE 124/93 (fig.1);

- varianta a - variantă cu câte o cale de alimentare din sistem pentru fiecare punct de consum, dar cu rezerve în transformatoare (fig.2);

- varianta b - varianta existentă (fig. 2).



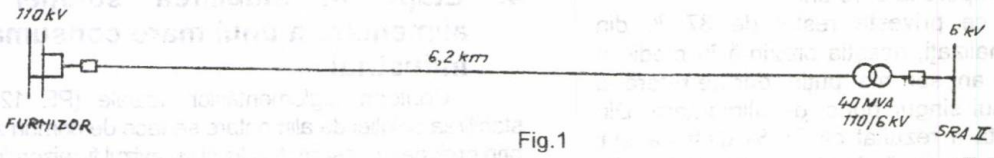


Fig.1

Tabelul 1

Caracteristici fiabilistice

Staţia	P Succes	P Avarie	Timp între-rupere [h]	Număr întreruperi pe an	Număr manevre pe an	Număr maxim avarii pe an	Durată între-rupere maximă [h]	$\lambda_e x10^{-4}$ [h^{-1}]	$\mu_e x10^{-4}$ [h^{-1}]	$\lambda_e M x10^{-4}$ [h^{-1}]
SRA I	0,996548	0,00307	26,9	0,627	0,076	2	48	0,7178	233	0,0868
SRA II	0,996545	0,00304	26,7	0,68	0,092	2	48	0,7784	255	0,1048

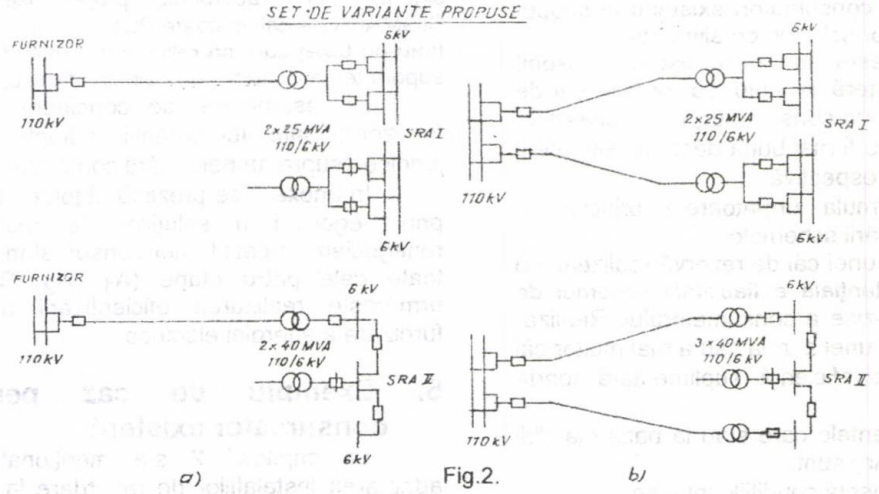


Fig.2.

Tabelul 2

Caracteristici fiabilistice

Varianta	Staţia	P Succes	P Avarie	Timp între-rupere [h]	Număr manevre pe an	Număr între-ruperi pe an	Număr maxim avarii pe an	Durată întreru-pere maximă [h]	$\lambda_e x10^{-4}$ [h^{-1}]	$\mu_e x10^{-4}$ [h^{-1}]	$\lambda_e M x10^{-4}$ [h^{-1}]
a	SRA I	0,999759	0,000241	2,2	0,0033	0,592	1	4	0,00103	764	0,20956
	SRA II	0,999785	0,000215	1,9	0,076	0,285	1	4	0,0978	782	0,2002
b	SRA I	0,999859	0,000141	1,2	0,003	0,092	1	4	0,00003	754	0,1055
	SAR II	0,999885	0,000115	1,0	0,0765	0,0	1	4	0,0873	762	0,0

În conformitate cu noua concepţie de creştere a rentabilităţii activităţii de furnizare, gradul de complexitate a instalaţiilor de alimentare va fi corelat cu tarifele de furnizare a energiei electrice.

Consumatorul, funcţie de necesităţile sale reale, va hotărî dacă va menţine o schemă complexă asociată cu costuri mari, dar cu pierderi materiale mai reduse sau va opta pentru o schemă simplificată cu pierderi materiale ceva mai mari, dar compensate de reducerea cheltuielilor pentru plata energiei electrice.

Se observă din prezentarea indicatorilor de fiabilitate aferenţi fiecăreia din cele trei variante (fig.1 şi 2) că varianta *a* este cea care oferă indicatori apropiaţi ca valoare de varianta *b* (cea mai complexă), dar admite o importantă reducere a volumului de instalaţii de alimentare.

Concluzii

• În condiţiile economiei actuale, când este necesară eficientizarea activităţii de furnizare a energiei electrice în cazul fiecărui consumator, se impune realizarea unor soluţii de alimentare a consumatorilor industriali justificate pe criteriul cost-beneficiu.

• În acelaşi scop se impune o analiză a actualelor scheme de alimentare, în vederea simplificării lor pentru reducerea cheltuielilor de exploatare nejustificate economic (nerecuperate prin tarif).

• În cazul în care apar necesare reparaţii capitale sau retehnologizări de instalaţii, care fac parte din schema cu mai multe căi de alimentare a unui consumator industrial, oportunitatea acestor acţiuni va trebui justificată în mod deosebit, iar păstrarea unui număr de căi peste una va trebui să se facă cu participarea materială a consumatorului.

• Situaţia concretă actuală demonstrează că, fără a slăbi nivelul de continuitate în alimentare, există numeroase cazuri în care este posibilă simplificarea instalaţiilor de alimentare la consumator cu beneficii atât pentru acesta, cât şi pentru furnizor.

BIBLIOGRAFIE

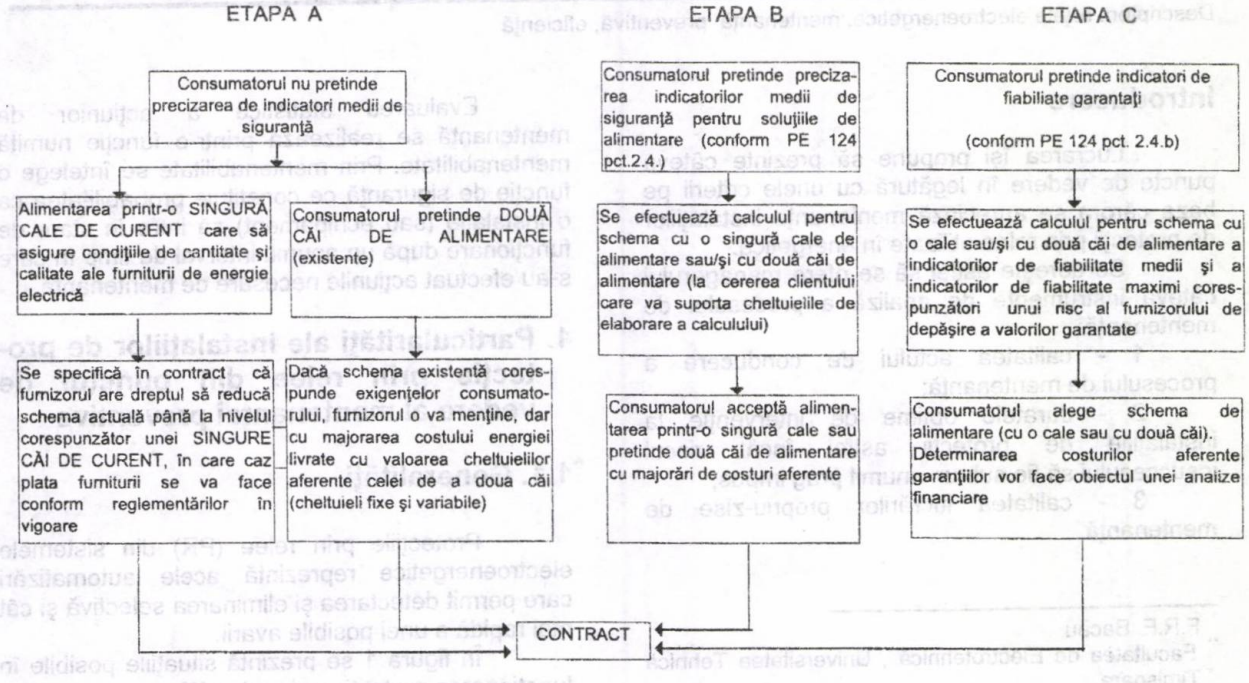
[1] PE 124/1993, ICEMENERG, 1993, *Normativ privind stabilirea soluţiilor de alimentare cu energie electrică a consumatorilor industriali şi similari.*

[2] PE 013/94, ICEMENERG, 1995, *Normativ privind metodele şi elementele de calcul al siguranţei în funcţionarea instalaţiilor energetice.*

Referent: ing. Dumitru Manea - RENEL

(Primit la 22 martie 1995, acceptat la 10 aprilie)

ANEXA 1



MENTENANŢA PREVENTIVĂ ŞI CREŞTEREA EFICIENŢEI INSTALAŢIILOR DE PROTECŢII PRIN RELEE

ing. IOAN VIZITEU* , dr. ing. CORNELIA ELENA IVAŞCU**

Lucrarea oferă managerului din domeniul protecţiilor prin relee câteva instrumente de analiză a procesului de mentenanţă.

Astfel se pot determina:

a - calitatea actului de conducere a procesului de mentenanţă;

b - duratele optime de intervenţie la instalaţiile de protecţie, astfel încât riscul insuccesului să fie sub o anumită limită impusă;

c - calitatea lucrărilor propriu-zise de mentenanţă şi momentul când un echipament trebuie vândut sau scos total din funcţiune din cauza imposibilităţii de a-l mai readuce în parametri prin lucrări de mentenanţă.

Coeficientul de disponibilitate întâlnit la pct.a este tratat în lucrare atât pentru cazul protecţiilor clasice, cât şi pentru cazul protecţiilor autotestabile.

The paper offers the manager working in the relay protection field a few instruments to analyse the maintenance process.

The following can be determined:

a. The management activity quality of the maintenance process.

b. Optimum frequancies of intervention to protection facilities so that the failure risk be under a certain required limit.

c. The quality of the maintenance works as well as the moment when an equipment has to be sold or completely disoperated due to the impossibility to bring it back to the required parameters by maintenance works.

The paper deals with the availability coefficient occurred at item a both for the conventional protections and for the selftesting protections.

Descriptori: reţele electroenergetice, mentenanţă preventivă, eficienţă

Introducere

Lucrarea îşi propune să prezinte câteva puncte de vedere în legătură cu unele criterii pe baza cărora se apreciază mentenanţa instalaţiilor de protecţii prin relee utilizate în energetică.

Se doreşte astfel să se ofere managerului câteva instrumente de analiză a procesului de mentenanţă:

1 - calitatea actului de conducere a procesului de mentenanţă;

2 - duratele optime de intervenţie la instalaţiile de protecţii astfel încât riscul insuccesului să fie sub un anumit prag impus;

3 - calitatea lucrărilor propriu-zise de mentenanţă.

* F.R.E. Bacău

** Facultatea de Electrotehnică , Universitatea Tehnică Timişoara

Evaluarea statistică a acţiunior de mentenanţă se realizează printr-o funcţie numită mentenabilitate. Prin mentenabilitate se înţelege o funcţie de siguranţă ce constituie probabilitatea ca o instalaţie (sau echipament) să intre în stare de funcţionare după un anumit interval de timp în care s-au efectuat acţiunile necesare de mentenanţă.

1. Particularităţi ale instalaţiilor de protecţie prin relee din punctul de vedere al mentenanţei preventive

1.1. Generalităţi

Protecţiile prin relee (PR) din sistemele electroenergetice reprezintă acele automatizări care permit detectarea şi eliminarea selectivă şi cât mai rapidă a unei posibile avarii.

În figura 1 se prezintă situaţiile posibile în funcţionarea protecţiei prin relee [3].

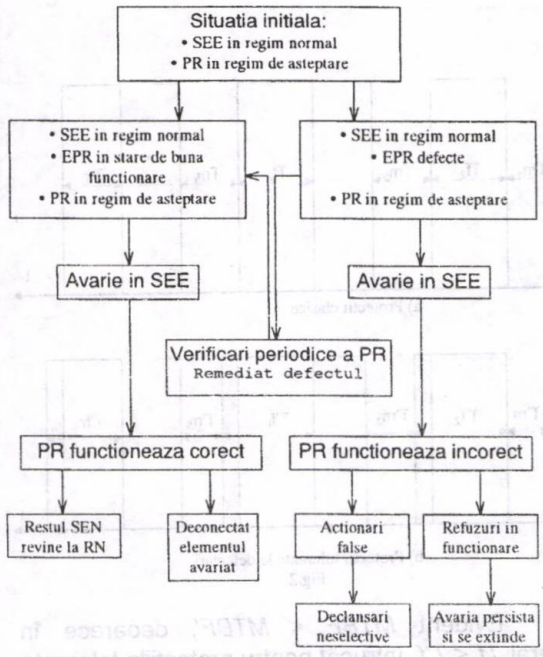


Fig.1. Prezentarea situaţiilor posibile privind funcţionarea protecţiei:
SEE - sistem electroenergetic; PR - protecţie prin relee; EPR - element de protecţie prin relee; RN - regim normal.

1.2. Calitatea actului de conducere a procesului de mentenanţă

Prin disponibilitate se întelege aptitudinea unui dispozitiv de a-şi îndeplini funcţia specificată la un moment dat sau într-un interval de timp considerând aspectele combinate de fiabilitate, mentenabilitate şi mentenanţa [1], [2].

Expresia matematică a disponibilităţii, în general [4], este:

$$A(t) = R(t) + F(t) \cdot M(t_r), \qquad (1)$$

unde:
R(t) este funcţia de fiabilitate a echipamentului;
F(t) - funcţia de nonfiabilitate a echipamentului;
$M(t_r)$ - mentenabilitatea şi reprezintă probabilitatea repunerii în funcţie a echipamentului în timpul t_r;

Expresia mentenabilităţii este:

$$M(t_r) = 1 - e^{-\mu \cdot t_r} \qquad (2)$$

Pentru echipamentele de protecţie intensitatea de reparare μ ar trebui dată de furnizor, calculul său de către acesta trebuind să fie făcut după relaţia:

$$\mu = \frac{1}{MTR},$$

unde:

$$MTR = \frac{n_1\lambda_1 t_1 + n_2\lambda_2 t_2 + \ldots + n_k\lambda_k t_k}{n_1\lambda_1 + n_2\lambda_2 + \ldots + n_k\lambda_k} = \frac{\sum_i n_i\lambda_i t_i}{\sum_i n_i\lambda_i}, \qquad (3)$$

în care:
n_i reprezintă numărul de componente de acelaşi tip ale echipamentului de protecţie;
λ_i - intensitatea de defectare a acestui tip de componentă;
t_i - timpul mediu apreciat de furnizor pentru înlăturarea defecţiunii unei componente din grupul n_i (luat din normele de montaj).

Cu aceste valori se calculează $A_0(t)$.

Pe baza observaţiilor de exploatare în timpul a "m" acţiuni de mentenanţă media timpului de repetare *MTR* are expresia:

$$\widehat{MTR} = \frac{(\hat{t}_1 + \hat{t}_2 + \ldots + \hat{t}_m)}{m} = \frac{1}{m} \cdot \sum_{i=1}^{m} \hat{t}_i \qquad (4)$$

Cu aceste valori se calculează $A_m(t)$.

Conducătorul (managerul) procesului de producţie (exploatare a echipamentului) făcând comparaţie între valorile obţinute pentru A(t) va avea informaţii despre calitatea coordonării procesului de mentenanţă. Astfel, diferenţa disponibilităţilor obţinute determină un ecart $\varepsilon = A_0(t) - A_m(t)$, care reflectă calitatea procesului de conducere a acţiunilor de mentenanţă. Dacă acest ecart este foarte mare, el se traduce prin:

→ fie o organizare defectuoasă a formaţiilor;
→ fie o dotare insuficientă;
→ fie o instruire necorespunzătoare;
→ fie chiar lipsa calificării.

În continuare se exemplifică cele de mai sus pentru cazul protecţiilor de distanţă. Calculul disponibilităţii se face cu relaţia:

$$A = P + Q \cdot M \qquad (5)$$

unde:

P este probabilitatea de funcţionare neeronată a protecţiei şi are expresia:

$$P = \frac{1}{LNN^*} \cdot \sum_{s=1}^{L}\sum_{k=1}^{N} P_s^k; \qquad (6)$$

Q este probabilitatea ca protecţia să comunice răspunsuri eronate şi are expresia:

$$Q = \frac{1}{LNN^*} \cdot \left[\sum_{s=1}^{L}\sum_{k=1}^{N} E_s^k + \sum_{s=1}^{L}\sum_{k=1}^{N} R_s^k\right], \qquad (7)$$

în care:
N reprezintă numărul de relee testate;
L - numărul de trepte ale protecţiei de distanţă;

N - numărul de testări făcute în fiecare treaptă (identic pentru toate treptele);

E_s^k - probabilitatea de funcţionare intempestivă a releului k în treapta s;

R_s^k - probabilitatea de refuz a releului k în treapta s.

Parametrii P şi Q sunt determinaţi conform metodei prezentate în [5]. Coeficientul de disponibilitate pentru cazul instalaţiilor de protecţie, determinat în funcţie de media timpului de bună funcţionare [*MTBF*] şi de media timpului de mentenanţă [*MTM*] are expresia:

$$I_A = \frac{MTBF}{MTFB+MTM} \qquad (8)$$

În privinţa *MTBF* afirmaţia necesită câteva precizări:

a) *Cazul protecţiilor clasice:*

- Se poate vorbi de *MTBF* în sens clasic numai dacă ne referim la partea de curent alternativ (elemente de demaraj, elemente de masură etc.), care se află în permanenţă sub excitaţia mărimilor tensiune şi curent din secundarele transformatoarelor de măsură;
- Mărimea *MTBF* nu poate caracteriza în sens fiabilistic clasic şi partea de logică (de curent continuu), deoarece aceasta are regimul de funcţionare "în aşteptare". Practic nu ştim dacă această parte, pe timpul funcţionării normale a echipamentelor primare, este în stare de bună funcţionare sau nu.

b) *Cazul protecţiilor autotestabile:*

- Media timpului de bună funcţionare poate fi considerată ca apţă să caracterizeze din punct de vedere fiabilistic atât elementele funcţionând în curent alternativ (demaraj, măsură, direcţie etc.), cât şi elementele care constituie partea logică a protecţiei;
- Dacă aceste protecţii sunt şi tolerante la defectări, media timpului de bună funcţionare a acestora creşte în raport cu cea a protecţiilor clasice (fig.2).

Tf_i - durata de funcţionare într-un interval oarecare de timp;

Tm_i - timpul de mentenanţă după respectiva funcţionare.

Corespunzător celor două figuri ,*MTBF* va fi:

$$MTBF = \frac{\sum_{i=1}^{r} Tf_i}{r} = \frac{1}{r} \cdot \sum_{i=1}^{r} Tf_i \qquad (9)$$

$$MTBF' = \frac{\sum_{i=1}^{r} T'f_i}{r} = \frac{1}{r} \cdot \sum_{i=1}^{r} T'f_i \qquad (10)$$

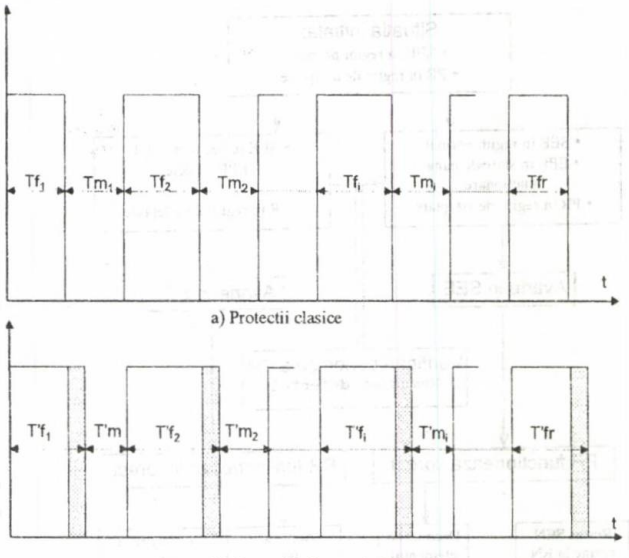


Fig.2

Evident *MTBF* < *MTBF'*, deoarece în general $Tf_i < T'f_i$,întrucât pentru protecţiile tolerante la defectări, după timpul de funcţionare normală Tf_{in} urmează un timp de funcţionare cu defectul mascat Tf_{idm}, timp în care protecţia este aptă să-şi menţină capacitatea de a răspunde corect la solicitări, funcţionând corect (fig.3).

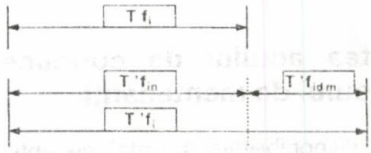


Fig.3

Aşadar: $T'f_i = T'f_{in} + T'f_{idm} > Tf_i$

Analizând mai în profunzime aceste tipuri de protecţii, se pune problema ce se întâmplă când traductoarele care furnizează informaţii la elementele de decizie, prevăzute a funcţiona tolerant la defectări, se defectează sau funcţionează eronat? În astfel de situaţii nu mai putem conta pe decizia luată de componentele de protecţie. Este necesară astfel validarea informaţiilor care ajung la elementele de decizie. Adică decizia se ia numai dacă informaţia primită este cea corespunzatoare situaţiei din primar.

Validarea se poate realiza fie printr-o redondanţă materială a traductoarelor(de exemplu, după o logică *TMR*), fie printr-o redondanţă analitică, aceasta constând din compararea informaţiilor de la traductoare cu informaţiile suplimentare provenite de la modele (gen imagine electrică a traductorului) [5], (fig.4).

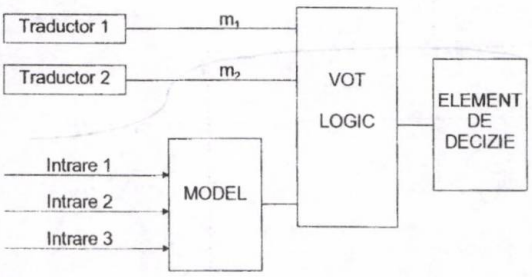


Fig.4.

Ideal ar fi ca la astfel de protecţii operaţiile de mentenanţă să se facă cu păstrarea în funcţiune a echipamentului, parte din $T'f_{idm}$ coincizând cu timpul de mentenanţă, fapt ce ar duce la creşterea coeficientului de disponibilitate I_A la valoarea 1. Este de fapt cazul ideal.

1.3. Calculul duratelor optime dintre două intervenţii succesive

În vederea asigurării unei funcţionări corecte a protecţiei prin relee, fără autotestare, deci pentru evitarea acţionărilor false şi a refuzurilor în funcţionare, normativele [6] recomandă intervalul de timp după care trebuie făcute verificările periodice. Desigur că indicaţiile din normativ s-au stabilit pe baza experienţei de exploatare, dar acestea trebuie actualizate conform cu evoluţia sistemelor de protecţie folosite.

Este clar că un interval mic între două verificări profilactice determină o funcţionare sigură, probabilitatea apariţiei unui defect în acest interval fiind redusă, în acelaşi timp, însă, verificările dese solicită mult personal de exploatare, pe de o parte, iar pe de altă parte scot din funcţiune instalaţia de protecţie prin relee pe durata verificărilor. Din contra, un interval de timp prea mare între două verificări succesive măreşte riscul unor funcţionări false sau al unor refuzuri în funcţionare în eventualitatea defectării instalaţiei de protecţie prin relee în acest interval de timp. Aspectele menţionate mai sus nu sunt dorite, de unde ideea necesităţii unei cât mai corecte aprecieri a duratei dintre două verificări profilactice.

Corectitudinea stabilirii periodicităţii verificărilor protecţiilor se poate face dacă se dispune de date statistice din exploatare, pe baza cărora se pot calcula indicatorii de fiabilitate ai protecţiei şi durata optimă de funcţionare între două verificări succesive.

Indicatorii de fiabilitate pentru tipul de protecţie considerat se vor calcula separat pentru fiecare sursă de insucces: acţionări false şi respectiv refuzuri în funcţionare. Aceşti indicatori în ipoteza admiterii funcţiei de repartiţie exponenţială, cu λ = ct sunt daţi în tabelul 1.

Tabelul 1

Indicatori de fiabilitate	Acţionări false	Refuzuri de funcţionare
Intensitatea de defectare	$\lambda f = \frac{E}{(N-E)\cdot t}$	$\lambda r = \frac{R}{(N-R)\cdot t}$
Funcţia de fiabilitate	$Pf = e^{-\lambda f \cdot t}$	$Pr = e^{-\lambda r \cdot t}$
Media timpului de bună funcţionare	$[MTBF]f = \frac{1}{\lambda f}$	$[MTBF]r = \frac{1}{\lambda r}$
Probabilitatea medie de insucces	$Qf = \frac{\lambda f \cdot t}{2}$	$Qr = \frac{\lambda r \cdot t}{2}$

Semnificaţia mărimilor care intervin în relaţiile din tabelul 1 sunt:

E,R - numărul de acţionări false, respectiv de refuzuri în acţionare, pe durata de studiu, t;

N - numărul de protecţii de acelaşi tip luate în studiu;

t - durata (perioada de timp) reprezentând intervalul stabilit între două verificări succesive.

Siguranţa în funcţionare S a protecţiei se determină luând în considerare ambele surse de insucces, P_f şi, respectiv, P_r şi se compară cu valoarea minimă admisă, S_m. Trebuie să existe inegalitatea:

$$S = P_f \cdot P_r \geq S_m \qquad (11)$$

Determinarea duratei optime de funcţionare între două verificări succesive se face plecând de la calculul probabilităţilor medii de insucces.

Dacă riscul limită acceptat pentru acţionările false este R_f şi cel pentru refuzuri este R_r din condiţiile: $Q_f < R_f$ şi $Q_r < R_r$ rezultă timpii dintre două verificări succesive astfel încât să nu se depăşească un anumit prag impus pentru risc:

$$t_{optim_1} \leq \frac{2R_f}{\lambda_f}$$

$$t_{optim2} \leq \frac{2R_r}{\lambda_r} \qquad (12)$$

$$t_{optim} = \min(t_{optim1}, t_{optim2})$$

Acest timp se compară cu timpii t daţi prin norme:

Dacă: $t_{optim} < t \leftarrow$ lucrările de mentenanţă trebuie efectuate cu o frecvenţă mai mare;

$t_{optim} > t \leftarrow$ lucrările de mentenanţă trebuie efectuate cu o frecvenţă mai mică.

1.4. Calitatea lucrărilor de mentenanţă a protecţiilor

Pentru ilustrarea calităţii lucrărilor de mentenanţă a protecţiilor se propune un indicator:

$$Q_m = Q_p \cdot Q_a \qquad (13)$$

unde:

Q_p reprezintă indicatorul coeficienţilor funcţionali, ilustrând în ce măsură coeficienţii funcţionali ai protecţiilor (coeficientul de revenire etc.) s-au îmbunătăţit după efectuarea lucrărilor de mentenanţă, şi are expresia:

$$Q_p = \prod_i \left[\frac{k_i(m)}{k_i(o)}\right]^{\alpha i} \cdot \prod_j \left[\frac{k_j(o)}{k_j(m)}\right]^{\beta j} \qquad (14)$$

- se foloseşte raportul $\frac{k_j(o)}{k_j(m)}$ în cazul în care după lucrările de mentenanţă se doreşte să se obţină coeficienţi funcţionali având valori mai mici decât cei de referinţă daţi prin norme, deci $k_j(m) < k_j(o)$;
- se foloseşte raportul $\frac{k_i(m)}{k_i(o)}$ în cazul în care după lucrările de mentenanţă se doreşte să se obţină coeficienţi funcţionali având valori mai mari decât cei de referinţă daţi prin norme, deci $k_i(m) > k_i(o)$.

Aşadar, dacă valorile de referinţă ale coeficienţilor funcţionali ai protecţiilor sunt $k_i(o)$, ei îmbunătăţindu-se după efectuarea lucrărilor de mentenanţă când capătă valorile $k_i(m)$, indicatorul Q_M se obţine din produsul rapoartelor supraunitare existente între aceste două mărimi aflate la puterile α_i si β_j între care există relaţia:

$$\sum_i \alpha_i + \sum_j \beta_j = 1 \qquad (15)$$

Coeficienţii de ponderare α_i şi β_j se stabilesc în funcţie de experienţa de exploatare, ei reflectând ponderea diverşilor coeficienţi funcţionali ai protectiilor în raport cu ceilalţi coeficienţi.

Q_a reprezintă făctorul de atenuare a principalelor mărimi perturbatoare, ilustrând în ce măsură factorii perturbatori (umiditate, temperatură, influenţa câmpurilor electromagnetice etc.) s-au îmbunătăţit după efectuarea lucrărilor de mentenanţă.

$$Q_a = \prod_s \left[\frac{k_s(o)}{k_s(m)}\right]^{\gamma s} \cdot \prod_r \left[\frac{k_r(m)}{k_r(o)}\right]^{\delta r} \qquad (16)$$

cu:

$$\sum_s \gamma s + \sum_r \delta r = 1 \qquad (17)$$

în care:

$k_s(o)$ este parametru perturbator limită acceptat;

$k_s(m)$ - parametru perturbator după intervenţie.

Variaţia lui Q_M în funcţie de timpul de viaţă al echipamentului este prezentată în figura 5.

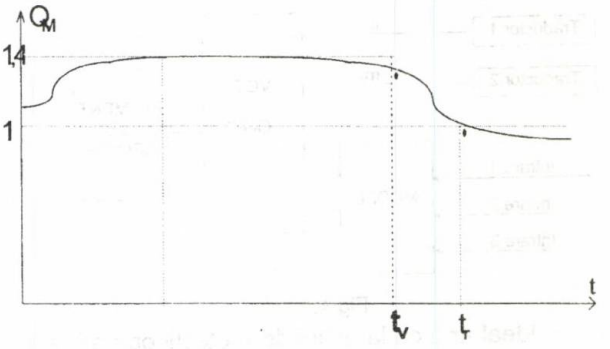


Fig.5

t_v este momentul în care echipamentul ar trebui vândut;

t_r - momentul în care echipamentul ar trebui retras din exploatare.

Având în vedere vechimea celei mai mari părţi a echipamentelor de protecţie aflate în exploatare în SEN s-ar impune o analiză serioasă a timpilor t_v şi t_r.

Concluzii

Fără pretenţia de a fi epuizat toate aspectele legate de mentenanţa preventivă a PR, lucrarea şi-a propus să atenţioneze asupra următoarelor probleme:

- Posibilitatea determinării disponibilităţii instalaţiilor PR, utilizâdu-se coeficientul μ dat de furnizor, respectiv cel obţinut din exploatare. Ecartul dintre valorile obţinute indică direcţiile de îmbunătăţire a procesului de mentenanţă.
- Influenţa directă a mediei timpului de mentenanţă asupra coeficientului de disponibiliate.
- Oportunitatea reactualizării prin calcule statistice a intervalelor dintre verificări, indicându-se metoda de stabilire a timpului optim dintre două verificări profilactice.
- Centralizarea situaţiilor statistice privind comportarea diverselor protecţii montate în SEN, utilizându-se tehnica de calcul existentă în dotarea F.R.E.-urilor.
- Posibilitatea determinării valorii calităţii lucrărilor de mentenanţă printr-o metodă simplă.

BIBLIOGRAFIE

[1] Nitu, V.I. *Fiabilitate, disponibilitate, mentenanţă în energetică*, Ed. Tehnică, Bucureşti, 1987.

[2] Nitu, V.I. *Fiabilitate în energetica*, Ed. Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1980.

[3] Ivănescu, C. *Aspecte şi puncte de vedere referitoare la implementarea studiilor de fiabilitate în protecţia prin relee a sistemelor electrice*. În lucrările SNRE, Cluj, 1988, pg. 98-112.

[4] Geber, T. ş.a. *Fiabilitatea şi mentenabilitatea sistemelor de calcul*, Ed. Tehnică, Bucureşti, 1984.

[5] *** *Normativ de încercări şi măsurători la echipamente şi instalaţii electrice*, M.E.E., Bucureşti, PE 116/84.

[6] Cârlan, M. *Fiabilitate*, Curs CFP, Bucureşti, 1994.

[7] Desmas, Thierry s.a. *Les méthodes de la fiabilité et la sûreté de fonctionnement.*

Referent: ing Radu Constantin - GTDEE

(Primit la 8 mai 1995, acceptat la 16 august 1995)

CONFERINŢA UNIPEDE - IEA "NEW ELECTRICITY 21"
(Paris, Franţa, 22 - 24.05.1995)

Peste 700 de delegaţi din 70 de ţări au participat timp de 3 zile la cele 5 secţiuni ale conferinţei care s-a desfăşurat în sălile de conferinţă ale complexului Caroussel du Louvre.

În spiritul continuităţii primei conferinţe "New Electricity 21", care s-a desfăşurat la Tokyo în 1992, conferinţa de la Paris a dezbătut teme de actualitate care preocupă astăzi pe electricienii din întreaga lume: internaţionalizarea şi diversificarea întreprin-derilor, dezvoltarea marilor reţele interco-nectate, pătrunderea pe piaţă, în condiţiile unei concurenţe din ce în ce mai accentuate, a noilor tehnologii performante de utilizare a energiei electrice, implicarea tot mai importantă a companiilor de electricitate în politicile de protecţie a mediului, amenajarea teritoriului în spiritul hotărârilor conferinţelor de la Rio şi Berlin.

Conferinţa, având ca deviză "Conceperea unui sistem electric durabil pentru secolul 21", a fost organizată de Uniunea Internaţională a Producătorilor şi Distribuitorilor de Energie Electrică (UNIPEDE), împreună cu Agenţia Interna-ţională pentru Energie (IEA), având ca gazdă Electricité de France.

Întreprinderile de electricitate ale anului 1995 se confruntă cu o serie de probleme majore, dar ele au reafirmat cu ocazia conferinţei că produsul lor, energia electrică, reprezintă vectorul privilegiat al "dezvoltării durabile", fiind cel mai solicitat de întreaga planetă, care are, de altfel, resurse limitate. În timp ce marea majoritate a ţărilor membre ale OECD se plâng de creşterea relativ redusă a cererii de energie, consumul de energie prezintă o adevărată explozie în anumite părţi ale lumii, de exemplu în regiunea Asia-Pacific sau America Latină. Problema ţărilor "bogate": valul intens de privatizare a sectorului electric, dezbaterile comunitare privind reglementările în sectorul electric nu trebuie să estompeze alte dezbateri importante referitoare la echilibrul funda-mental al întregii planete.

În Europa de Vest problemele puse de transferul de tehnologie către ţările din Europa de Est reprezintă, de asemenea, teme majore de dezbatere, securitate nucleară fiind cea mai sensibilă şi, în acelaşi timp cea mai urgentă.

Extinderea interconectărilor în Europa în jurul bazinului Mării Mediterane, dar şi în alte continente este tot mai accentuată. Puternicele mişcări de liberalizare care caracterizează acest sfârşit de secol fac ca întreprinderile de electricitate să se intereseze din ce în ce mai mult de oportunitatea diversificării activităţilor care le sunt oferite. Relaţia cu clienţii şi calitatea comunicaţiilor cu aceştia reprezintă atuuri majore în noile condiţii concurenţiale.

"New Electricity 21 " şi-a propus să lămurească o serie din aceste noi sfidări ce apar în faţa întreprinderilor de electricitate din întreaga lume şi să furnizeze principalilor parteneri ai acestora: bănci, politicieni, clienţi, mass-media, ocazia de a dialoga deschis.

În cadrul conferinţei s-au prezentat 97 de lucrări din 21 de ţări, dezbaterile având loc în cadrul a cinci secţiuni:

- **Secţiunea 1** : Oportunităţi de creştere a utilizării energiei electrice pentru o dezvoltare durabilă.
- **Secţiunea 2** : Dezvoltarea şi integrarea sistemelor electrice pentru a face faţă creşterii concurenţei.
- **Secţiunea 3** : Producătorii de energie electrică şi problemele legate de schimbarea climatului global.
- **Secţiunea 4** : Tehnologii de furnizare a energiei electrice în ţările în curs de dezvoltare şi în cele cu economie în tranziţie.
- **Secţiunea 5** : Structura industriei energiei electrice, politici de reglementare şi inovarea tehnologică.

Delegaţia română a fost una dintre cele mai active, prezentând patru lucrări în cadrul diferitelor sesiuni ale conferinţei, iar dl.Victor Vaida a fost orator invitat la Secţiunea a 4-a, prezentând în deschiderea sesiunii o lucrare cu tema "Tehnologii pentru furnizarea energiei electrice în ţările cu economia în tranziţie". Cele patru lucrări prezentate de delegaţia română au fost:

1 - Rolul potenţial al opţiunii nucleare în reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră în sectorul energiei electrice şi termice, autori: G. Popescu, A. Popescu, D. Popovici, F. Breazu, A. Vlădescu - în cadrul secţiunii a 3-a.

2 - Impactul factorilor financiari asupra strategiilor de dezvoltare a industriei energiei electrice şi termice, autori: V. Vaida, D. Gheorghiu, A. Popescu, D. Popovici, F. Breazu, M. Popescu, G. Vâlcereanu - în cadrul secţiunii a 4 -a.

3 - Politica tarifară în România - elemente strategice pentru dezvoltarea tehnologiilor de furnizare a electricităţii; autori: D. Manea, Gh. Indre, Fl. Gugu, M. Vâlceanu - în cadrul secţiunii a 5-a.

4 - Relaţia dintre furnizorul de energie electrică şi clienţi în perioada de tranziţie de la o economie centralizată la o economie de piaţă în România, autori: I. Conecini, L. Lungu - în cadrul secţiunii a 5-a.

Alocuţiunile de deschidere a Conferinţei au fost prezentate de personalităţi marcante din domeniul energetic şi politic, precum: René Monory - preşedintele Senatului Franţei , Robert Priddle - director executiv al AIE, Lennart Lundberg - preşedintele UNIPEDE, Gilles Ménage - preşedinteie Consiliului de Administraţie al EdF, Tomas Kuhn - preşedinte al Edison Electric Institute din SUA, François Ailleret - director general al EdF. Christos Papoutsis - comisar pentru energie la Uniunea Europeană, Yoshihisa Akiyama - preşedinte al Kansai Electric Power Co - Japoina, Hans Jörgen Koch - director pentru tehnologie şi dezvoltare la AIE.

Au fost subliniate cu această ocazie problemele majore şi de perspectivă ce se pun în faţa sectorului energetic, în special datorită existenţei unei supracapacităţi de producere în marea majoritate a ţărilor europene, în timp ce peste două miliarde de persoane din ţările subdezvoltate nu dispun încă de avantajele pe care le oferă utilizarea electricităţii.

Sesiunea 1, prezidată pe rând de Emmanuel Hau, director general adjunct la RdF şi Jean Pierre Hansen, administrator delegat la Electrabel, a avut ca oratori invitaţi pe Constantin Maniatopoulos - director general la Direcţia Energie a Comunităţii Europene - şi Hans Konow, preşedinte al Canadian Electrical Association.

În cadrul intervenţiilor s-a subliniat că energia electrică poate contribui la diminuarea impactului asupra mediului prin înlocuirea vechilor tehnologii industriale care utilizează arderea directă a combustibililor fosili cu procedee electrice eficiente.

S-au dezbătut probleme legate de:

- potenţialul tehnic şi economic al utilizărilor accentuate ale vectorului energiei electrică;
- avantajele calitative ale utilizării energiei electrice în anumite sectoare specifice;
- avantajele privind reducerea poluării datorate unei penetrări mai accentuate a utilizării energiei electrice;
- electrotehnologii noi în industrie;
- inovaţii în materie de aparate electrice pentru utilizările casnice şi terţiare;
- rolul potenţial al vehiculelor electrice;
- rolul potenţial al surselor reînnoibile de energie (energia solară şi eoliană în special).

Sesiunea 2, prezidată succesiv de David Jefferies - preşedinte al Naţional Brid Company din Marea Britanie - şi György Hátvani - preşedinte al MVMrt din Ungaria, a avut ca oratori invitaţi pe Niek Ketting - preşedinte al EURELECTRIC şi

preşedinte al SEP-Olanda, precum şi pe Walter Fremuth - preşedinte al UCPTE.

S-a subliniat faptul că există un interes din ce în ce mai mare pentru exploatarea potenţialului tehnic şi economic pe care interconexiunile îl au în coordonarea unor zone geografice din ce în ce mai vaste. Participanţii au prezentat şi dezbătut limitele acestei tendinţe în vederea stăpânirii acesteia, pentru reducerea costurilor şi creşterea eficienţei.

S-au dezbătut:

- potenţialul reţelelor de interconexiune interregionale şi intercontinentale;
- dezvoltarea reţelelor de transport de înaltă tensiune în curent alternativ;
- necesitatea dezvoltării reţelelor de transport şi a comerţului cu energie electrică;
- perspectivele legăturilor la foarte înaltă tensiune în curent continuu;
- efectele liniilor de transport asupra sănătăţii şi mediului înconjurător;
- utilizarea reţelelor electrice pentru telecomunicaţii;
- tehnologii de gestionare a reţelei;
- utilizarea materialelor supraconduc-toare la temperaturi înalte.

Sesiunea 3, prezidată de Karl Nyqvist - preşedinte Vattenfall AB - Suedia - şi Fumion Ito, director general adjunct TEPCO-Japonia, a avut ca oratori invitaţi pe Jürgen Henningsen - director al Diviziei pentru protecţia mediului şi resurse naturale la Comunitatea Europeană şi Walker Nolan - vicepreşedinte al Edison Electric Institute - SUA.

Lucrările au evidenţiat faptul că procesul de producere a energiei electrice este principalul responsabil pentru producerea gazelor cu efect de seră, dar, în acelaşi timp şi principalul responsabil cu reducerea acestora, prin introducerea rapidă a procedeelor electrice eficiente în industrie. Au fost abordate subiecte ca:

- potenţianul de reducere a emisiilor de gaze cu efect de seră datorită optimizării nivelului de utilizare finală şi de penetrare a energiei electrice în toate sectoarele de activitate;
- optimizările tehnologice ce trebuie avute în vedere pentru a lupta contra încălzirii globale a planetei;
- rolul şi, respetiv, opţiunile de alegere în ceea ce priveşte combustibilii fosili, energiile reînnoibile şi energia nucleară;
- iniţiativele "ecologice" destinate reducerii emisiilor de oxizi de carbon...

Sesiunea 4, prezidată de Jak Messerschmidt - director pentru distribuţie ESKOM - Africa de Sud şi Rolf Bierhoff - director RWE Energie - Germania, a avut ca oratori invitaţi pe Victor Vaida - RENEL şi Ananda Covendassamy - director pentru energie al BERD.

Atât intervenţiile oratorilor invitaţi, cât şi celelalte intervenţii au subliniat faptul că utilizarea energiei electrice în ţările în curs de dezvoltare şi în economiile în tranziţie din Europa Centrală şi Orientală, precum şi în fostele ţări ale URSS, va reprezenta o parte din ce în ce mai importantă în consumul la nivel global. Introducerea în aceste ţări a tehnologiilor eficiente şi nepoluante este crucială pentru crearea unui sector energetic durabil.

Problemele discutate au fost legate de:

- prognoza necesarului de energie electrică şi a modului de penetrare a energiei electrice;
- resursele economice şi financiare necesare pentru a satisface nevoile prognozate de energie electrică;
- mecanismele inovatoare destinate surmontării barierelor financiare;
- strategia de utilizare a combustibililor şi tehnologii probabile pentru diferite regiuni ale globului;
- rolul potenţial al energiei nucleare şi factorii care afectează utilizarea acesteia;
- prioritătile pentru utilizarea tehnolo-giilor curate de utilizare a cărbunelui;
- rolul energiei electrice produse din surse reînnoibile care pot fi conectate la reţea.

Sesiunea 5, prezidată de Joaquim Serrao da Silva Correia, preşedinte al Electricidade de Portugal, şi Joe Noran, preşedinte al Electricity Supply Board din Irlanda, a avut ca oratori invitaţi de Sergio Garriba - ENEA, Italia, şi Richard Balzhiser , preşedinte al Electro Power Research Institute - SUA.

Se poate constata că sistemele de distribuţie a energiei electrice devin din ce în ce mai competitive, dezbaterile care au avut loc canalizându-se asupra unor aspecte ca:

- modul în care separarea contabilă a costurilor poate afecta resursele disponibile pentru cercetare şi dezvoltare;
- modul în care tehnicile de citire - facturare-încasare mai puţin costisitoare pot influenţa funcţionarea întreprinderilor de distribuţie;
- modul în care producătorii de energie electrică pot contribui la ameliorarea amenajării teritoriului şi la rezolvarea problemelor de mediu pe plan local şi regional;
- mecanismele pentru asigurarea evoluţiei tehnologice într-o lume din ce în ce mai concurenţială;
- consecinţele pe care le poate avea restructurarea sectorului asupra oportunităţii utilizării planificării integrate a resurselor, precum şi utilizarea programelor de Demand Side Management.

În cadrul şedinţei de închidere a conferinţei, prezidată de Pierre Dauré - director general la EdF - domnii Angelo Camplani, Henri Persoz, Jeffrey Skeer, Mitsuo Suzuki şi Claude Destival au prezentat concluziile rezultate în urma prezentării rapoartelor şi a dezbaterilor ce au avut loc timp de trei zile în cele cinci secţiuni ale Conferinţei.

În cadrul unei mese rotunde la care au participat Richard Drouin - preşedinte al Hydro Quebec - Canada, Alfonso Limlruno - director ENER - Italia, Claude Mandel - pirector General în Ministerul Industriilor, Poştelor, Telecomunicaţiilor şi Comerţului exterior din Franţa, umberto Scapagnini - preşedinte al Comisiei de Cercetare, Dezvoltare, Tehnologie şi Energie din Parlamentul European, şi Harold Waskman - director de divizie în cadrul Băncii Mondiale, au fost dezbătute priorităţile în ceea ce priveşte transferul de tehnologii în ţările cu economia în tranziţie din Europa Centrală şi Orientală şi în fostele ţările ale URSS, în ţări cu creştere economică rapidă din Asia şi America Latină şi în ţările în curs de dezvoltare în general. S-au căutat răspunsuri la întrebări de genul: Care sunt tehnologiile cheie ce trabuie transferate în fiecare regiune în parte? Cum poate contribui utilizarea pe scară largă a energiei electrice la progresul socio-economic şi calitatea mediului în aceste ţări? Care poate fi rolul dezvoltării tehnologice în sistemele electrice şi la utilizatorii finali? Care sunt metodele şi mijloacele cele mai eficiente pentru mărirea randamentului, securităţii şi eficacităţii? Ce rol trebuie să joace guvernele, întreprinderile de electricitate, instituţiile financiare şi sectorul electric în general pentru transferul de tehnolgoii şi know-how?

Cu ocazia conferinţei a fost organizată şi o miniexpoziţie cu participarea compa-niilor: Electricité de France, Electricidade de Portugal, Vattenfall AB, Ansaldo, Pirelli, Electrabel, Eurelectric, Kansai Electric Company, Consiliul Mondial al Energiei şi UNIPEDE.

S-a stabilit ca viitoarea conferinţă "New Electricity 21 " să aibă loc la Totonto - Canada în primăvara anului 1998.

ing. Dumitru Manea - Secretar CMR al UNIPEDE

CONTENTS

Round Table "Electric Power Distribution Management"

EUGEN BÂRLĂDEANU, ALEXANDU POEATĂ : Contributions to the Mathematical Modelling of Certain Management Processes in the Power Networks Field 211 - 216
GHEORGHE HAZI: Computation of the Network Elements Importance with the view to Optimize the Power Networks Structure 217 - 222
GHEORGHE GEORGESCU, ALEXANDRU POEATĂ, MIRCEA GAVRILAŞ: The Assessment of Energy Losses from the Distribution Networks Using the Fourier's Series Decomposition of the Load Cuves 223 - 226
MIRCEA EREMIA, ION TRIŞTIU, RADU CONSTANTIN, CONSTANTIN BULAC: Euristic Method for the Distribution Networks Reconfiguration in order to reduce the Power and Energy Losses 227 - 235
ION IORDĂNESCU: Adaptation of Power Factors Compensation Measures under the Distorting Regime to Conditions Induced by the Distorting Regime 236 - 240
LAZARE PETCANTCHINE: The Process of the Phase Difference Variation between Current and Voltage in the RL Circuits 241 - 246
FLORIN CIOBANU, HERMINA ALBERT, GEORGE LAVROV, DAN PREOŢESCU: The Efficiency Increase of the Electric Energy Supply Activity for Big Consumers - a successful Condition under the Future Competition in the Energy Field 247 - 251
IOAN VIZITEU, CORNELIA IVAŞCU: Preventive Maintenance and Efficiency Increase of Power Facilities 252 - 256

EVENTS 235

TERMINOLOGIE
NICOLAE ŞT. MIHĂILESCU, PAUL CARTIANU: Romanian Technical Lexicon 246

NEWS
DUMITRU MANEA: UNIOEDE-IEA Conference "New Electricity 21", Paris, France, May 22 - 24, 1995 257 - 258

SOMMAIRE

EUGEN BÂRLĂDEANU, ALEXANDRU POEATĂ: Contributions a la modélisation mathématique des processus de gestion dans le domaine des réseaux électriques 211 - 216
GHEORGHE HAZI: Le calcul de l'importance des éléments de réseau en vue de l'optimisation de la structure des réseaux électriques 217 - 222
GHEORGHE GEORGESCU, ALEXANDRU POEATĂ, MIRCEA GAVRILAŞ: Le calcul des pertes d'énergie dans les réseaux de distribution a l'aide de la décomposition des diagrammes de charge en séries Fourier 223 - 226
MIRCEA EREMIA, ION TRIŞTIU, RADU CONSTANTIN, CONSTANTIN BULAC: Méthode euristique de réconfiguration des réseaux de distribution pour la réduction des pertes de puissance et d'énergie 227 - 235
ION IORDĂNESCU: L'adaptation des mesures de compentation des facteurs de puissance aux conditions créées par la présence du régime déformant 236 - 240
LAZARE PETCANTCHINE: Processus lors de la variation du déphasage entre le courant et la tension dans des circuits électriques R.L. 241 - 246
FLORIN CIOBANU, HERMINA ALBERT, GHEORGHE LAVROV, DAN PREOŢESCU: La hausse de la rentabilité de l'activité de fourniture de l'électricité aux gros consommateurs - une condition du succes dans le contexte de la future concurrence dans le sectur électrique 247 - 251
ION VIZITEU, CORNELIA IVAŞCU: La maintenance prédictive et la hausse de l'efficacité des installations électriques 252 - 256

MANIFESTATIONS TECHNIQUE SCIENTIFIQUES 235

GLOSSAIRE
NICOLAE ŞT. MIHĂILESCU, PAUL CARTIANU: Le dictionnaire technique roumain 246

INFORMATIONS
DUMITRU MANEA: La Conférence UNIPEDE-IEA "New Electricity 21", Paris, Franţa, 22 - 24.05.1995 257 - 258

СОДЕРЖАНИЕ

СПЕЦИАЛЬНЫЙ НОМЕР "УПРАВЛЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ"

ЭУДЖЕН БЫРЛЭДЕАНУ, АЛЕКСАНДРУ ПОЕАТЭ: Вклады в математическое моделирование управляющих процессов в области электрических сетей 211 - 216

ГЕОРГЕ ХАЗИ: Определение важности элементов сети, с целью оптимизации структуры электрических сетей 217 - 222

ГЕОРГЕ ДЖЕОРДЖЕСКУ, АЛЕКСАНДРУ ПОЕАТЭ, МИРЧЕА ГАВРИЛАШ : Вычисление потерей энергии в распределительных сетей, с помощью разложения графиков нагрузки на ряды Фурье 223 - 226

МИРЧЕА ЭРЕМИЯ, ИОН ТРИШТИУ, РАДУ КОНСТАНТИН, КОНСТАНТИН БУЛАК: Эвристический метод реконфигурации распределительных сетей, с целью уменьшения потерей мощности и энергии 227 - 235

ИОН ИОРДЭНЕСКУ: Приспособление мер для мощности к условиям, создающим при существовании искажающего режима 236 - 240

ЛАЗАР ПЕТАКАНТЧИН: Процессы, вызваны вариациями сдвига по фазе между током и напряжением в электрических цепях RL 241 - 146

ФЛОРИН ЧИОБАНУ, ХЕРМИНА АЛБЕРТ, ДЖЕОРДЖЕ ЛАВРОВ, ДАН ПРЕОЦЕСКУ: Увеличение прибыльности снабжения электроэнергией для больших потребителей - решающий фактор для достижения успехов при условиях будущей конкуренции в энергетической области 247 - 251

ИОАН ВИЗИТЕУ, КОРНЕЛИА ИВАШКУ: Предупредительное техническое обслуживание и увеличение производительности энергетических установок 252 - 256

НАУЧНО ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ 235

ТЕРМИНОЛОГИЯ

НИКОЛАЕ СТ. МИХЭИЛЕСКУ, ПАУЛ КАРТИАНУ: Румынский технический лексикон 246

ИНФОРМАЦИИ:

ДУМИТРУ МАНЕА: Конференция UNIPEDE - IEA "New Electricity 21", Париж, Франция, 22- 24 05.1995 257 - 258

MŰSZAKI INFORMÁCIÓS KÖZPONT ÉS KÖNYVTÁR 1053

ANUNŢ

Anunţăm cititorii revistei ENERGETICA că începând de la 1 noiembrie 1995 se deschide campania de abonare pe anul 1996.

Cei care vor contracta abonamentul până la 31 decembrie 1995 vor primi gratuit :

☞ un manual de buzunar conţinând date şi informaţii de specialitate pentru energeticieni (sistemul internaţional de unităţi de măsură, glosar de termeni în energetică, denumiri de reactoare folosite în centralele nuclearoelectrice etc.);

☞ un calendar pe 1996.

Informaţii suplimentare se pot obţine de la redacţia revistei, telefon 3220692 sau 3216966, int. 251.

Redacţia

Str. Bibescu Vodă nr.20, Sector 4
70521, București, România
Telefon: (+40)01 - 311 1695
Fax:(+40)01 - 210 9824

OFERTA DE SERVICII A.M.C.

Societățile comerciale ***Super Service*** și ***Super Lux***, prin serviciile specializate de reparații, service și metrologie AMC-uri, atestate de Biroul Român de Metrologie Legală - Inspecția interjudețeană de Metrologie, asigură depanarea, repararea, verificarea și punerea în funcțiune a unei game diversificate de aparatură de măsură și control fabricate în țară și străinătate folosind piese de schimb originale.

APARATE ELECTRONICE

- ☑ Voltmetre și multimetre analogice și digitale
- ☑ Frecvențmetre și numărătoare digitale
- ☑ Osciloscoape
- ☑ Surse de tensiune și curent
- ☑ Generatoare de joasă și înaltă frecvență
- ☑ Generatoare de funcții
- ☑ Generatoare de impulsuri
- ☑ Generatoare și atenuatoare programabile
- ☑ Distorsiometre
- ☑ Caracterioscoape și tranzistormetre
- ☑ Analizoare de formă de undă
- ☑ Milivoltmetre selective
- ☑ Vectorvoltmetre
- ☑ Punți RLC analogice și digitale
- ☑ Complexe de măsură pentru telefonie
- ☑ Fazmetre
- ☑ Cosfimetre
- ☑ Aparate electrocasnice

APARATE UNIVERSALE

- ☑ Voltampermetre
- ☑ Cleşti de măsură prize de pământ
- ☑ Ohmmetre şi megaohmmetre
- ☑ Dinamometre
- ☑ Rezistențe în decade
- ☑ Punți WH şi TH
- ☑ Compensatoare de CA şi CC
- ☑ Aparate de măsurat rigiditatea dielectrică
- ☑ Galvanometre electrice şi electronice
- ☑ Condensatoare în decade
- ☑ Decaloare electronice
- ☑ Relee

APARATE DE MĂSURAT TEMPERATURI

- ☑ Milivoltmetre regulatoare indicatoare şi înregistratoare
- ☑ Logometre regulatoare indicatoare şi înregistratoare
- ☑ Termocompresatoare
- ☑ Termocuple şi termorezistențe
- ☑ Termometre

APARATE PENTRU MĂRIMI NEELECTRICE

- ☑ Aparate şi instalații pentru încercarea parametrilor firelor şi fibrelor textile
- ☑ Aparate şi instalații pentru diagnoza vibrațiilor
- ☑ Aparate şi instalații acustice
- ☑ Punți tensiometrie
- ☑ Şublere şi micrometre analogice şi digitale
- ☑ Comparatoare
- ☑ Traductoare dinamometrice
- ☑ Traductoare de presiune

Heidelberg

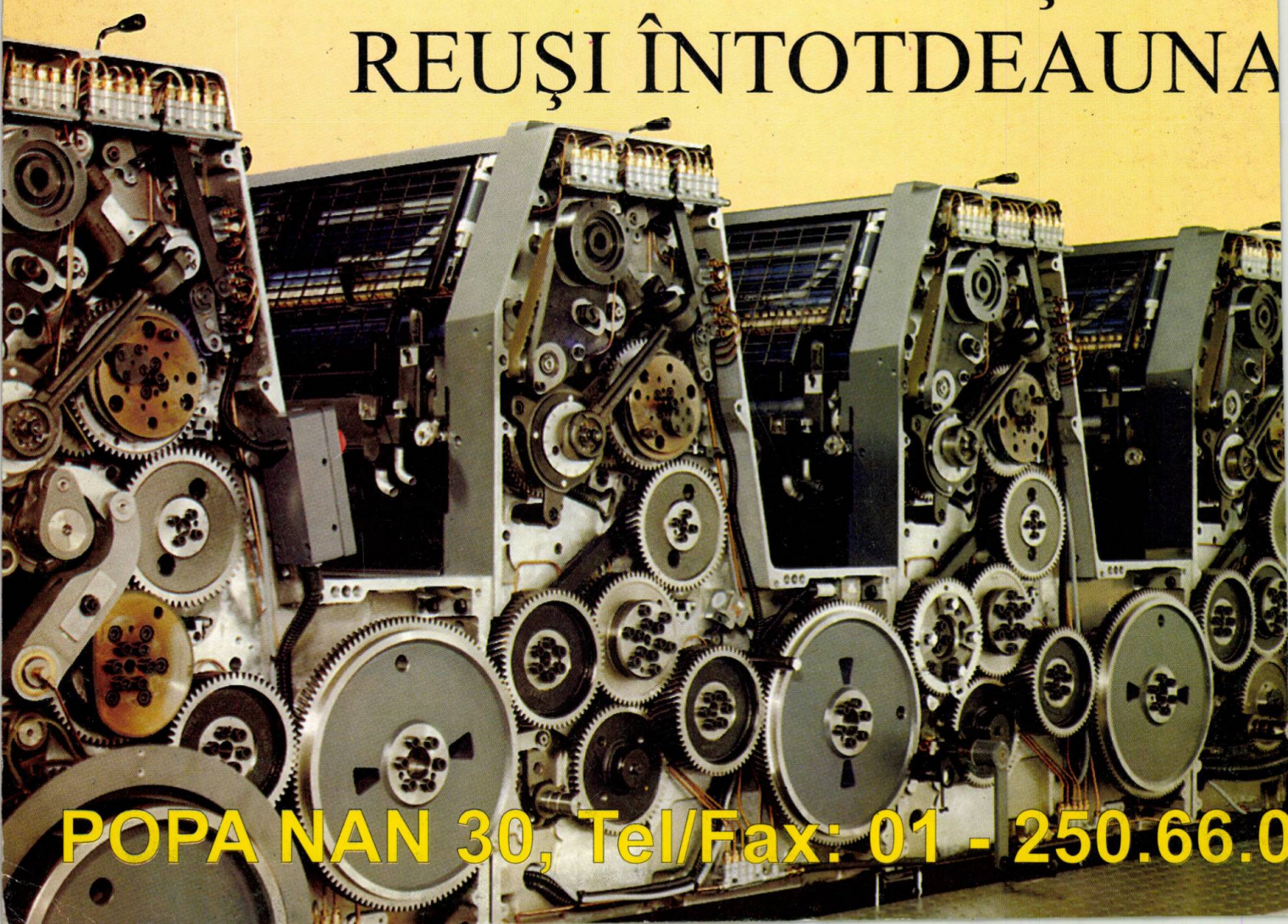
Tipo-Aktis

Tipografie - Editură

- CALITATE
- FLEXIBILITATE
- PROMPTITUDINE

1996 JAN 04

CU NOI VEȚI REUȘI ÎNTOTDEAUNA



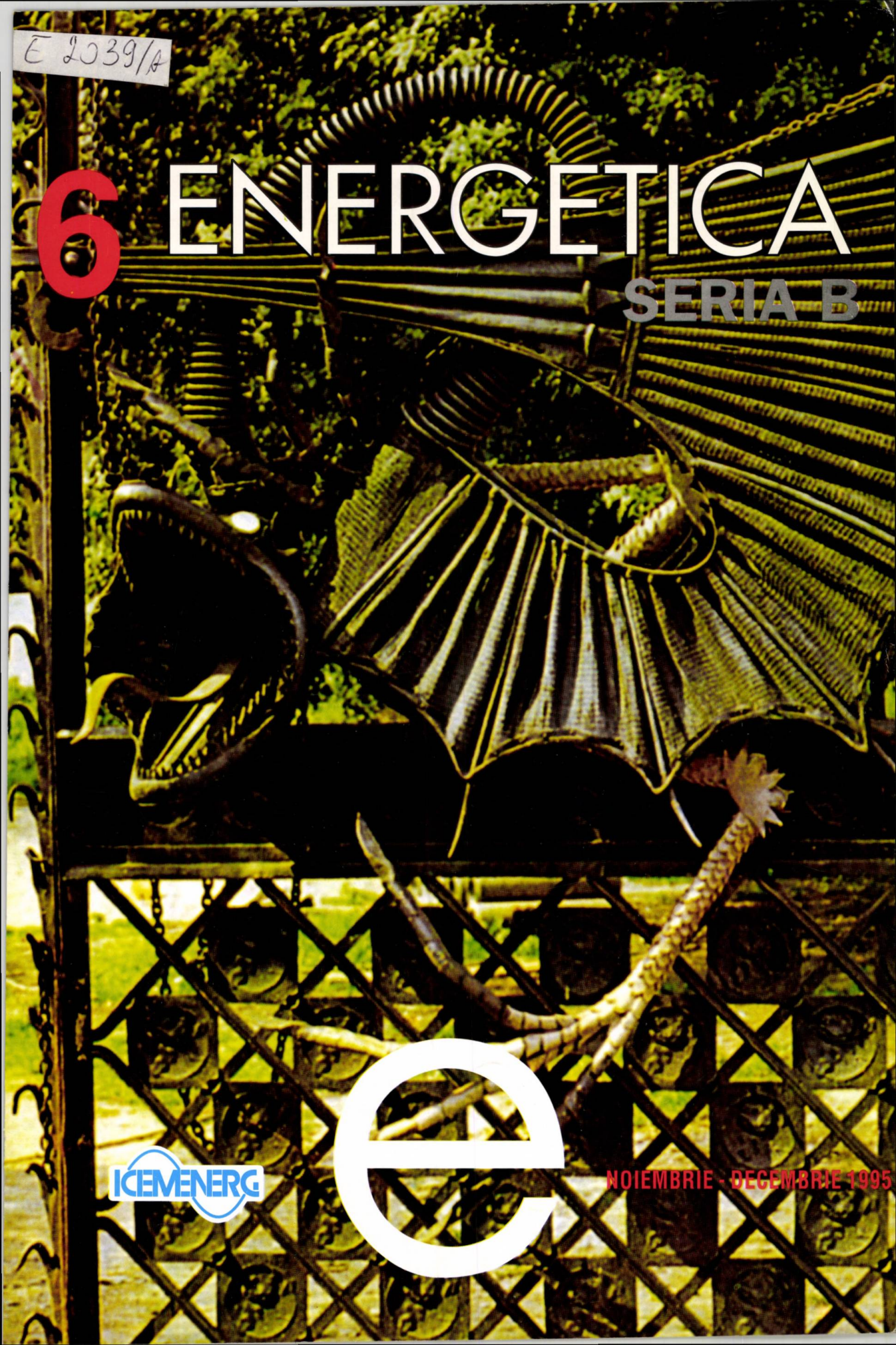
POPA NAN 30, Tel/Fax: 01 - 250.66.0

E 2039/A

6

ENERGETICA

SERIA B



ICEMENERG

NOIEMBRIE - DECEMBRIE 1995

SUSTINETI REVISTA ENERGETICA

Abonamentele la revista noastră reprezintă manifestarea interesului şi dorinţei de a avea o oglindă a nivelului tehnic şi ştiinţific al energeticii româneşti, precum şi intenţia de a susţine material revista care poate satisface realizarea acestor deziderate.

Cei care doresc să facă abonamente personale sînt rugaţi să depună contravaloarea acestora conform opţiunii personale, după care să completeze formularul albastru şi să-l trimită fie direct, fie prin poştă, la redacţia revistei ENERGETICA.

Pentru abonamentele personale tarifele practicate pentru anul 1996 sînt următoarele :

Lei

Categoria abonaţilor	Abonamente	
	la ambele serii	la seria A sau seria B
salariat, liber profesionist	20.000	11.000
pensionar	11.000	6.000

Intreprinderile şi instituţiile sînt rugate ca după achitarea costului abonamentelor dorite să completeze formularul galben pe care să-l trimită la redacţia revistei ENERGETICA.

Intreprinderile şi instituţiile au la dispoziţie numai abonamente complete (la ambele serii) contravaloarea fiind de 72.000 lei anual pentru anul 1996.

Abonaţii pe anul 1996 vor primi în plus cîte :

- un manual de buzunar conţinînd date şi informaţii de specialitate pentru energeticieni
- un calendar pe anul 1996.

Redacţia

Obs. Tarifele de mai sus sînt valabile pentru abonamentele pe 1996 efectuate pînă la data de 1 martie 1996

E 2039/9

MŰSZAKI INFORMÁCIÓS KÖNYVTÁR ÉS KÖZPONT 1883 ORSZÁGOS

ENERGETICA

REVISTA DE SPECIALITATE
A ENERGETICIENILOR
DIN ROMÂNIA

ANUL 43 | Nr.6, SERIA B | NOIEMBRIE - DECEMBRIE 1995

ISSN 1220 - 5141

Revista ENERGETICA a fost înfiinţată în anul 1953, continuând tradiţia vechilor publicaţii inginereşti care au avut preocupări în domeniul energiei ca, de exemplu:

- Diaru pentru vulgarizarea ştiinţelor naturale şi fizice (1870 - 1882);
- Buletinul Societăţii Politehnice (1887 - 1944);
- Buletinul Asociaţiei Generale a Inginerilor din România - AGIR (1919 - 1946);
- ENERGIA, editată de ing. Dumitru Leonida (1921);
- Buletinul Asociaţiei Producătorilor şi Distribuitorilor de Energie Electrică - APDE (1932 - 1944);
- Buletinul Institutului Român de Energie - IRE (1933 - 1944)

Opiniile exprimate în articolele publicate în revista ENERGETICA aparţin autorilor acestora.

Orice reproducere integrală sau parţială, prin indiferent ce procedeu, a materialelor apărute în revista ENERGETICA poate fi făcută numai cu aprobarea biroului de redacţie. Sunt autorizate numai citările destinate lucrărilor ştiinţifice şi volumelor în care acestea sunt inserate .

Revista apare alternativ în două serii :

- seria A, care tratează probleme de surse de energie, conversie de energie, poluare a mediului înconjurător, utilizare a căldurii etc.;

- seria B, care tratează probleme electrice, inclusiv ale centralelor electrice, staţiilor electrice, ale liniilor de transport şi distribuţie a energiei electrice , sisteme electroenergetice etc.

Fiecare serie are 6 numere pe an .

CUPRINS

EUGENIU POTOLEA, PAUL E. POTOLEA: Regimul permanent al maşinii sincrone cu circuitele magnetice saturate în cruce 263 - 266

FLORIN MUNTEANU, DUMITRU IVAS: Utilizarea analizei probabilistice a contingenţelor în calculul indicatorilor de securitate ai reţelelor de distribuţie 267 - 272

DUMITRU CREŢU, MARIA ISPAS , COSTIN FLOREA , ION BLAIER : Eficienţa modernizării generatoarelor din CHE Porţile de Fier I 273 - 279

GABRIELA MUNTEANU, MIHAI MACOVEI, MIHAI NESTOR, BADEA POPA, ROMEO POPESCU, IULIU BOROŞ : Laborator mobil cu funcţii multiple pentru încercarea şi defectoscopia cablurilor 280 - 283

CORNEL RADU, ADRIANA GEORGESCU: Managementul sistemelor integrate: lumină naturală- lumină artificială 284 - 287

MIRCEA GUŞĂ, MIHAI ISTRATE, CONSTANTIN ASAFTEI, NICOLAE GAVRILAŞ: Contribuţii la creşterea observabilităţii reţelelor aeriene de medie tensiune 288 - 293

DIN ENERGETICA MONDIALĂ 287

ISTORIA ELECTRIFICĂRII

PAUL CARTIANU: Condiţii de monopol şi de concurenţă liberă în energetică în România interbelică 294 - 295

INFORMAŢII 272 , 279, 293

BASARAB D. GUZUN, JHON F. MISSENDEN: Power appatus design and environmental impact assessment 297 - 299

* * * Pentru un muzeu tehnic naţional 300 - 301

DE INSTITUTIONIS 302

DE PERSONIS 303

Our review publishes ADVERTISMENTS for your PRODUCTS, TECHNOLOGIES, SERVICES, etc.

Please, contact us at the address:
Revista ENERGETICA
ICEMENERG, B-dul Energeticienilor nr.8,
Bucureşti III, RO 79619
Phone : (401)322 06 92 ; (401)321 69 66/251
Fax: (401)321 10 10
Telex: 10783

COLEGIUL DE REDACŢIE

BIROUL: dr . ing. Eugeniu PAVEL - preşedinte, redactor-şef; dr. ing. Jean CONSTANTINESCU - redactor-şef adjunct; prof. dr. ing. Dumitru Cezar IONESCU - redactor-şef adjunct; ing. Vasile RUGINĂ - secretar de redacţie; ing. Radu OPINCARU - reprezentant RENEL; ing. Ion CONECINI; ing. Vladimir CONSTANTINESCU; conf. dr. ing. Virgil MUŞATESCU ; ing. Dan GHEORGHIU; ing. Nicolae NICULESCU; ing. Mihai NICOLAU - reprezentant ICEMENERG; dr. ing. Ioan GANEA

MEMBRI: conf. dr. ing. Florin ALEXE; ing. Ovidiu APOSTOL; prof. dr. ing. Victor ATHANASOVICI; prof. dr. ing. Adrian BADEA ; prof. dr. ing. Cornel BIANCHI; ing. Paul CARTIANU; ing. Mircea CÂRDU; prof. dr. ing. Dorin CRISTESCU; prof. dr. ing. Nicolae DĂNILĂ; dr. ing.Laurenţiu GOIA; prof dr. ing. Nicolae GOLOVANOV ; prof. dr. ing. Dumitru IVAS; prof. dr. ing Aureliu LECA; dr. ing. Gheorghe LUCA; dr. ing. Magdalena MATEI; ing. Cornel MOŢIU; prof. dr. ing. Costin MOŢOIU ; prof. dr. ing. Constantin NEAGA; prof. ing. Mircea NEMEŞ; prof. dr. ing. Valeriu NISTREANU; ing. Cornel PÂSLARU; prof. dr. ing. Alexandru POEATĂ; dr. ing. Marius POMÂRLEANU; prof. dr. ing. Florin POP; dr. ing. Teodor POPA; dr. ing. Anca POPESCU; ing. Miron POPESCU; conf. dr. ing. Petre POSTOLACHE; dr. ing. Dan Ion PREDOIU; ing.Constantin RADU; ing. Radu REGMAN; ing. Gabriel ROMAŞCU; ing. Anton ROŞU ; ing. Margarios SALGIAN; ing. Alexandru SĂNDULESCU; ing. Emilian SIMIAN; ing. Cristian TOTOLO; ing. Anton VLĂDESCU

Redactor : Ana Maria CHIVU

Coperta I: Intrare în parcul muzeal Güell din Barcelona

Tiparul executat la ICEMENERG

Redacţia şi administraţia: ICEMENERG, B-dul Energeticienilor nr.8, sector 3, CP 79619, Bucureşti
Telefon: (401)322 06 92; (401)321 69 66/251; Telex : 10783; Fax: (401)321 10 10

REGIMUL PERMANENT AL MAŞINII SINCRONE CU CIRCUITELE MAGNETICE SATURATE ÎN CRUCE

prof. dr. ing. EUGENIU POTOLEA; PAUL E. POTOLEA *

Se propune un model matematic original, cu parametrii constanţi, care simulează regimul permanent al maşinii sincrone cu circuitele magnetice saturate. Modelul prezintă interes teoretic deoarece permite interpretarea corectă a fenomenului "saturaţie în cruce", care formează tema unor lucrări de doctorat [3,5] din ultimii ani. Modelul matematic şi algoritmul de calcul prezintă importanţă practică, deoarece rezolvă problema regimului saturat al maşinii sincrone în condiţii de precizie şi eficienţă, care depăşesc performanţele realizate până în prezent în acest domeniu.

An original mathematical model with constant parameters that simulates the steady-state regime of the synchronous machine with saturated magnetic circuits, is presented. The model is interesting from the theoretical point of view due to its correct interpretation of the phenomenon "cross saturation" that stands for the subject of the several doctor,'s degree papers [3,5] presented the latest years. The mathematical model and the computation algoritm are important from the practical point of view due to their capacity of solving the problem of the synchronous machine saturated regime, under accuracy and efficiency conditions, exceeding the performances obtained in this field, until present.

Descriptori: maşini de curent alternativ sincrone, circuite magnetice saturate, regim permanent

Introducere

Calculul regimului permanent al maşinii sincrone cu circuitele magnetice saturate este în prezent o problemă nerezolvată în mod acceptabil pentru necesităţile practice de supraveghere în timp real a sistemului electroenergetic. Rezultatele nesatisfăcătoare ale cercetării au creat impresia că modelarea matematică a maşinii sincrone în cadrul teoriei circuitelor electrice şi magnetice nu asigură o precizie suficientă pentru necesităţile practice. S-a încercat utilizarea teoriei câmpului electromagnetic, dar nu s-au obţinut rezultate acceptabile în schimbul complicării excesive a modelului matematic. Ultima cale de abordare a problemei prezintă interes pentru constructor, dar este inutilizabilă pentru inginerul de sistem, care operează cu un mare număr de maşini sincrone, interconectate prin reţele electrice complexe.

În analiza şi sinteza sistemelor electroenergetice nu se poate renunţa la modelarea maşinii sincrone în cadrul teoriei circuitelor electrice, chiar dacă se dispune de calculatoare cu performanţe superioare pentru aplicarea teoriei câmpului electromagnetic şi a metodei elementului finit. În lucrare se propune un model matematic din teoria circuitelor electrice, care se adaptează la studiul saturaţiei magnetice pe cele două axe rectangulare *d, q* ale rotorului. Rezultatele obţinute în confruntarea teoriei cu experienţa dovedesc corectitudinea modelului matematic şi precizia măsurătorilor utilizate [3, 5].

1. Modelul matematic al maşinii ideale

Se consideră maşina sincronă ideală cu circuitele statorice a, b, c în regim permanent sinusoidal. Se înlocuiesc circuitele a, b, c cu două circuite rotitoare *d, q* în regim staţionar şi se scriu ecuaţiile:

$$\begin{aligned} U_d + R_s \cdot I_d - X_q \cdot I_q &= 0 \\ U_q + R_s \cdot I_q + X_d \cdot I_d &= E_q \end{aligned} \quad , \qquad (1)$$

sau

* Universitatea "Politehnica" Bucureşti

$$U_d - X_q \cdot I_q = 0 \qquad (2)$$
$$U_q + X_d \cdot I_d = E_q$$

unde:

$$E_q = X_{df} \cdot I_f ; \; U_f = R_f \cdot I_f \qquad (3)$$

Cu relaţiile (3) se exprimă tensiunea electromotoare E_q în funcţie de mărimile de stare U_f, I_f de la bornele circuitului de excitaţie *f*. Mărimile de stare U_d, I_d şi U_q, I_q de la bornele circuitelor d, q se exprimă în funcţie de mărimile de stare U, P, Q de la bornele circuitului trifazat statoric:

$$U_d = U \cdot \sin\delta; \quad I_d = (P \sin\delta + Q \cos\delta)/U$$
$$U_q = U \cdot \cos\delta; \quad I_q = (P \cos\delta + Q \sin\delta)/U \qquad (4)$$

unde:

U este tensiunea efectivă de linie (între faze);
P - puterea activă trifazată;
Q - puterea reactivă trifazată;
δ - unghiul electric intern.

Folosind modelul matematic (2), (3), (4) se identifică experimental parametrii X_q, X_d, X_{df}, R_f în funcţie de măsurătorile U, P, Q, U_f, I_f în regimuri fără saturaţie magnetică, După identificarea parametrilor se calculează δ, I_f, în funcţie de U, P, Q în regimuri fără saturaţie magnetică.

2. Modelul matematic al maşinii cu saturaţie magnetică

Saturaţia circuitelor magnetice de pe axele rotorice *d*, *q* provoacă micşorarea reactanţelor X_d, X_q şi a tensiunii electromotoare E_q:

$$X_d = X_p + K_d X_{md}; \; X_{d0} = X_p + X_{md}$$
$$X_p = X_p + K_q \cdot X_{mq}; \; X_{q0} = X_p + X_{mp} \qquad (5)$$

şi

$$E_q = K_d E_{q0}; \; E_{q0} = X_{df} I_f \qquad (6)$$

unde:

K_d, K_q sunt coeficienţi de saturaţie;
X_{d0} X_{q0} - reactanţe nesaturate;
X_{md}, X_{mq} - reactanţe mutuale sau utile;
X_p - reactanţa Potier.

Cu relaţiile (5), (6) se obţine din (2):

$$V_d - K_d \cdot X_{md} \cdot i_d = 0$$
$$V_q - K_q \cdot X_{md} \cdot I_q = 0 \qquad (7)$$

unde:

$$V_d = U_q + X_p \cdot I_d$$
$$V_q = U_d - X_p \cdot I_q \qquad (8)$$

şi:

$$i_d = X_{df} \cdot I_f / X_{md} - I_d \cdot \qquad (9)$$

Coeficienţii de saturaţie K_d, K_q sunt mărimi de stare internă, care depind de starea de saturaţie magnetică. Ne propunem să înlocuim relaţiile (7) cu modele matematice care conţin numai parametri constanţi şi numai mărimi de stare independente de saturaţie:

$$V_d - X_{md} \cdot i_d + M_d(A_d, B_d, C_d, X_{dq}) = 0 \qquad (10)$$
$$V_q - X_{mq} \cdot I_q + M_q(A_q, B_q, C_q, X_{qd}) = 0 \qquad (11)$$

unde:

$$M_d = (A_d + B_d \cdot i_d) V_p^{C_d} + X_{dq} \cdot I_q$$
$$M_q = (A_q + B_q \cdot i_q) V_p^{C_q} + X_{qd} \cdot i_d \qquad (12)$$

sau:

$$M_q = (A_d + B_d \cdot V_d) \cdot V_p^{C_q} + A_{dq} \cdot V_q$$
$$M_d = (A_q + B_q \cdot V_q) \cdot V_p^{C_d} + A_{qd} \cdot V_d \qquad (13)$$

Tensiunea V_p este o mărime de stare internă (Potier), care depinde numai de mărimile de stare la borne U, P, Q şi de reactanţă nesaturată X_p:

$$V_p = (V_d^2 + V_q^2)^{1/2} = (U^2 + 2 \cdot X_p Q + X_p^2 Q + X_p^2 (P^2 + Q^2)/U^2)^{1/2} \qquad (14)$$

Conform modelului (12), circuitele electrice din axele rectangulare *d*, *q* sunt cuplate magnetic, iar parametrii X_{dq}, X_{qd} sunt reactanţe mutuale, care satisfac teorema reciprocităţii $X_{dq} = X_{qd}$. Conform modelului (13), fluxurile magnetice din axele rectangulare *d*, *q* se influenţează reciproc (datorită saturaţiei fluxului magnetic rezultant), însă coeficienţii de influenţă A_{dq} şi A_{qd} nu trebuie să satisfacă o teoremă de reciprocitate. Din studiile analitice şi experimentale pe care le prezentăm în continuare rezultă că ultima interpretare este corectă şi ca urmare parametrii X_{dq}, X_{qd} nu sunt reactanţe mutuale, ci sunt coeficienţi de influenţă, care nu satisfac teorema reciprocităţii.

Din relaţiile (10, (11) şi (12), (13) rezultă mai multe variante de modele matematice cu parametrii constanţi ABCX, dintre care am reţinut:

$$V_d - X_{md} \cdot i_d + (A_d + B_d \cdot V_d) \cdot V_p^{C_d} + X_{dq} \cdot I_q = 0 \qquad (15)$$
$$V_q - X_{mq} \cdot I_q + B_q \cdot I_q \cdot V_p^{C_q} + A_{qd} \cdot V_d = 0 \qquad (16)$$

Se dau parametrii modelelor (15), (16) şi mărimile de stare U, P, Q în regim saturat. Se calculează V_p din (14) şi apoi δ, I_f, după cum urmează:

- cu relaţiile(9), (8),(4) se elimină I_d, I_q, V_d, V_q din modelul (16) şi se obţine:

$$tg\delta = \frac{(X_q - B_q \cdot V_p^{C_d}) \cdot P - A_{qd} \cdot (U^2 + X_p \cdot Q)}{U^2 + (X_q - B_q \cdot V_p^{C_d}) \cdot Q + A_{qd} \cdot X_p \cdot P} \qquad (17)$$

- cu relaţia (9) se elimină i_d din (15) şi se calculează:

$$I_f = (U_q + X_d \cdot I_d + (A_d + B_d \cdot V_d) \cdot V_p^{C_d} + X_{dq} \cdot I_q)/X_{df} \qquad (18)$$

În relaţia generală (18) se consideră $I_d=I_q=0$ şi rezultă caracteristica de mers în gol:

$$I_f = (U + (A_d + B_d U) \cdot C^{C_d}) / X_{df} . \quad (19)$$

Saturaţia magnetică este un fenomen neliniar şi deci nu se poate utiliza metoda suprapunerii efectelor. Parametrii ABC de la funcţionarea în gol (19) diferă sensibil de parametrii ABC de la funcţionarea în sarcină (18).

Parametrii ABCX ai modelelor (15, (16) se estimează cu ajutorul măsurătorilor U, P, Q, I_f, δ în regimuri cu saturaţie magnetică. Dacă valorile calculate δ, I_f din (17), (18) sunt suficient de apropiate de cele măsurate δ_m, I_{fm}, înseamnă că modelul matematic şi măsurătorile sunt demne de încredere.

3. Rezultate experimentale şi analitice

Pentru a elimina orice subiectivism privind măsurătorile s-au folosit rezultatele experimentale comunicate de doi autori în tezele de doctorat [3, 5]. În tabelul 1 se dau parametrii de regim permanent pentru două generatoare din [5] şi pentru patru generatoare din [3].

Tabelul 1

Parametrii de regim permanent

Nr. crt.	ρ_u [MVA]	U_n [kV]	X_{do} [p·u]	X_{ao} [p·u]	X_o [p·u]	X_{df} [p·u]
1	11.50	5.65	1.260	.740	.200	6,632
2	555.5	24.0	1.848	1.692	.300	17.630
3	.0019	.220	2.061	1.876	.095	12.850
4	150.0	15.0	2.436	2.112	.228	16.601
5	294.0	20.0	2.827	2.827	.206	17.132
6	1078.	24.0	2.468	2.468	.211	14.468

Reactanţa X_{df} din tabelul 1 s-a calculat pe baza informaţiilor din [3, 5]. În [5] se dau parametrii a, b, c ai caracteristicii de mers în gol $I_f=(a\cdot U+b\cdot U^c)/I_n$ şi rezultă $X_{df} = I_n/a$. În [3] se dă raportul $k_f = X_{dm}/X_{df}$, din care rezultă X_{df}.

Folosind metoda celor mai mici pătrate s-au estimat parametrii modelelor ABCX, în care s-a inclus şi reactanţa X_{df}. Valorile estimate X_{df} din regimuri de funcţionare în sarcină (tabelul 2) diferă sensibil de valorile X_{df} de la funcţionarea în gol (tabelul 1).

Performanţele modelului ABCX se compară cu performanţele modelelor UCL şi SARE din [3] şi [5]. În acest scop se calculează erorile în grade hexazecimale şi în procente:

$$\delta\Delta(^o) = \delta_{măsurat} - \delta_{calculat} \quad (19)$$

$$\Delta I_f(\%) = 100 \cdot (I_{f\ măsurat} - I_{f\ calculat}) / I_{f\ măsurat}$$

şi mediile pătratice:

$$\overline{\Delta\delta^2} = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\Delta\delta_i}\ ; \quad \overline{\Delta I_f^2} = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\Delta I_{fi}} \quad . \quad (20)$$

Rezultatele din tabelul 3 demonstrează că performanţele modelului ABCX sunt superioare celorlalte metode: UCL din [5] şi SARE din [3].

Erorile (19) se compară cu erorile (20) şi se detectează eventuale măsurători greşite, care trebuie eliminate din modelul matematic al măsurătorilor. Se constată că toate măsurătorile pentru generatoarele 1, 2, 3, 4 sunt demne de încredere. Pentru generatorul 5 s-au eliminat două măsurători (prima şi ultima), iar pentru generatorul 6 s-a eliminat măsurătoarea 32. Dacă se păstrează aceste măsurători la estimarea parametrilor ABCX, erorile din tabelul 3 cresc la valorile 3.85°, 4.5 % I_f pentru generatorul 5 şi la valorile 1.05°, .89 % I_f

Tabelul 2

Parametrii modelului ABCX

	A_d	B_d	C_d	X_{d2}	X_{df}	B_δ	C_δ	$A_{\delta d}$
1	-.799	.799	4.361	.112	5.733	.196	3.735	-.009
2	.096	-.051	10.631	.063	16.533	.368	1.861	-.027
3	.0024	-.0017	22.112	-.083	21.160	.087	7.354	.0019
4	-1.363	1.203	3.378	.549	24.533	.444	4.195	.003
5	.450	-.341	3.972	-.496	28.961	.823	1.476	-.125
6	-.562	.381	.370	.557	21.496	1.151	.554	-.090

Tabelul 3

Mediile erorilor pătratice

		ABCX		UCL		SARE	
NR.	ΔU[p.u]	$\overline{\Delta\delta^2}(o)$	ΔI_f %	$\overline{\Delta\delta^2}(o)$	ΔI_f %	$\overline{\Delta\delta^2}(o)$	ΔI_f %
62	.136	.83	1.32,	1.94	2.08		
61	.078	.68	.81	2.24	3.39		
34	.204	.95	.38			2	2
43	.195	.78	1.42			12	2
17-2	.250	2.27	2.86			6	5
40-1	.108	.70	.88			2	10

pentru generatorul 6.

Pe primele coloane din tabelul 3 sunt date numerele de regimuri NR şi intervalele de tensiune $\Delta U = U_{max} - U_{min}$ pe care s-au făcut măsurătorile. Dacă se omite microgeneratorul de laborator 3 se constată că erorile modelului ABCX cresc odată cu creşterea intervalelor ΔU . În consecinţă, un model ABCX, care se estimează pe un interval maxim de tensiune ΔU =.25, poate fi utilizat la calculul regimurilor pe acelaşi interval cu erori de circa 2.5° şi 3 % I_f.

Concluzii

Lucrarea prezintă interes teoretic pentru interpretarea fenomenului de saturaţie magnetică "în cruce" şi importanţă practică pentru calculul regimului saturat cu erori suficient de mici, care sunt admisibile în exploatarea sistemului electroenergetic.

Contribuţia teoretică principală a lucrării constă în utilizarea unor modele matematice cu parametri constanţi la calculul regimurilor cu saturaţie magnetică. Modelele generale (12), (13) permit interpretarea corectă a fenomenului de saturaţie magnetică pe axele rectangulare *d, q* ale maşinii sincrone. Rezultatele analitice şi experimentale dovedesc că fluxul magnetic rezultant este funcţie neliniară de componentele de flux de pe axele rectangulare *d, q*, dar nu se poate susţine că circuitele electrice de pe axele rectangulare *d, q* sunt cuplate magnetic. Parametri X_{dq}, X_{qd} din modelul (12) nu sunt reactanţe mutuale, ci sunt coeficienţi de influenţă, care nu satisfac teoreme de reciprocitate. Impunerea condiţiei de reciprocitate $X_{dq} = X_{qd}$ în modelul (12) provoacă creşterea erorilor modelului ABCX la fel ca în cazul modelului UCL.

Contribuţia practică principală a lucrării constă în rezolvarea problemei saturaţiei magnetice a maşinii sincrone în condiţii de precizie şi de eficienţă acceptabile pentru analizele off-line şi on-line ale regimului permanent din sistemul electroenergetic. Modelul matematic propus de noi este perfectibil prin asocierea cu diferite intervale de tensiune pentru care se estimează parametrii ABCX. Programul nostru de calcul este pregătit pentru estimarea în timp real a parametrilor şi regimurilor saturate din generatoarele sistemului electroenergetic.

În final, precizăm unele aspecte referitoare la parametrii de regim permanent ai maşinii sincrone.

Un sistem de parametri necesari şi suficienţi pentru calculul regimului permanent (fără saturaţie magnetică) al maşinii sincrone ideale poate fi format cu valorile nominale ale mărimilor de stare la borne U_n, P_n, Q_n, U_{fn}, I_{fn} şi cu parametrii R_s, X_q, X_d. Cu relaţiile (2), (4) se calculează E_{qn}, iar cu relaţiile (3) se identifică parametrii R_f, X_{df} . Parametrii nominali U_{fn}, I_{fn} se pot înlocui cu parametrii R_f, X_{df} şi reciproc dacă se neglijează fenomenele neliniare de încălzire şi de saturaţie magnetică.

Un sistem de parametri necesari şi suficienţi pentru calcul regimului permanent saturat al maşinii sincrone poate fi format cu valorile nominale ale mărimilor de stare la borne U_n, P_n, Q_n şi cu parametrii R_s, X_q, X_d, X_p, X_{df}, R_f, la care se adaugă parametrii modelului ABCX. Reactanţele nesaturate X_p, X_{df} sunt indispensabile la calculul regimului saturat şi trebuie incluse în categoria parametrilor constanţi ai modelului general ABCX, care se formează cu ecuaţiile (10), (11) şi (15), (16). Este necesar ca reactanţele X_p, X_{df} să se estimeze odată cu parametrii ABCX din regimuri cu saturaţie magnetică. Rezultatele remarcabile obţinute de noi cu modelul ABCX se datoresc în bună măsură estimării reactanţei X_{df} din regimuri saturate în sarcină şi nu în gol.

BIBLIOGRAFIE

[1] Potolea, E. *Regimurile de funcţionare ale sistemelor electroenergetice.* Editura Tehnică, Bucureşti, 1977.

[2] Crappe, M., Delhaye, M., Mpanda - Mabwe, B., Soenen, L., Delfino B. , Denegri, G.B., Invernizzi, M. *Experimental Validation of Synchronous Machine Saturated Models,* ICEM, Sept. 1988, Pisa, Italy.

[3] Badileschi, Mpanda-Mabwe. *Etude de l'influence de la saturation magnetique sur le comportement des turboalternateurs dans un réseau de puissance.* These de Doctorat, Faculte Polytechnique de Mons 1990.

[4] Pierrat, L.,de Jaeger, E., Garrido, M. S. *Models unification for thesaturated synchronous machine,* Proceedingsof the International Conference on the Evolution and Modern Aspects of Synchronous Machines, SM 100, E.T.H. Zürich, Switzerland, 1991, pp. 44-48.

[5] de Jaeger, E. *Modelisation des machines synchrones saturées.* These de Doctorat, Université catolique de Louvain, Faculte des Sciences Appliquees, 1991.

Referent: dr. ing. Jean Constantinescu - ICEMENERG

(Primit la 3 octombrie 1994, acceptat la 27 octombrie 1995)

UTILIZAREA ANALIZEI PROBABILISTICE A CONTINGENŢELOR ÎN CALCULUL INDICATORILOR DE SECURITATE AI REŢELELOR DE DISTRIBUŢIE

ş.l. dr. ing. FLORIN MUNTEANU; prof. dr. ing. DUMITRU IVAS *

Analiza probabilistică a contingenţelor este metoda utilizată pentru evaluarea securităţii statice a reţelelor complexe de distribuţie a energiei electrice. Scopul este definirea, în termenii variaţiilor globale ale tensiunilor nodale şi ale încărcărilor laturilor, a unor indicatori de risc, ce permit ierarhizarea elementelor componente din punctul de vedere al influenţei acestora asupra regimurilor de funcţionare a reţelei.

The probabilistic contingency analysis is the method the authors are using for the steady state security evaluation of the power distribution networks. The main purpose is to establish the risk indices which are defined in terms of the global node voltage and power (current) flow variations. The result is a useful criterion to rank the network components from their influence on power network point of view.

Descriptori: reţea de distribuţie, fiabilitate, contingenţă, securitate, indici de risc

1. Introducere

Analiza contingenţelor este o metodă folosită în studiul regimurilor de funcţionare şi al securităţii reţelelor electrice [1]. Contribuţia autorilor la elaborarea lucrării constă în utilizarea analizei probabilistice a contingenţelor, conform criteriilor N-1 şi N-2, pornind de la ideea că setul de variabile care definesc regimul de funcţionare al unei reţele, la un moment dat sau pe un interval oarecare de timp, este rezultatul acţiunii conjugate a două categorii de factori. Prima este reprezentată de structura reţelei, supusă modificării aleatorii corelat cu parametrii primari de fiabilitate ai elementelor componente λ, intensitatea de avariere, şi μ, intensitatea de reparare. A doua categorie este reprezentată de sistemul de sarcini. Această premisă stă la baza definirii, ca indicatori probabilistici de risc relativ la tensiunile din noduri şi la încărcările laturilor, a unor indicatori de securitate statică ai reţelelor de distribuţie.

* Catedra de Energetică, Facultatea de Electrotehnică a Universităţii Tehnice "Gh. Asachi" din Iaşi.

2. Terminologie

Unele noţiuni din această lucrare sunt folosite în literatura de specialitate românească şi străină cu semnificaţii diverse şi uneori în context diferit. Din acest motiv considerăm necesară definirea noţiunilor conform înţelesului cu care sunt utilizate în prezenta lucrare:

- *contingenţă* = stare a reţelei, caracterizată de ieşirea neprogramată din serviciu a uneia sau mai multor componente, însoţită de abateri ale diferitelor mărimi electrice în afara limitelor operaţionale impuse pentru o funcţionare normală a reţelei;
analiza contingenţelor = componentă a sistemului de management al reţelei (software sau simulator) care răspunde la întrebarea "ce s-ar întâmpla?" în cazul apariţiei unor evenimente neprogramate dintre care unele nici nu pot fi prevăzute în înlănţuirea lor;
- *adecvabilitate* = capacitatea unui sistem electroenergetic de a genera, transporta şi distribui o cantitate suficientă de energie pentru alimentarea consumatorilor, în condiţiile restricţiilor operaţionale;
- *securitate* = în accepţiunea modernă din electroenergetică, stabilită de literatura ultimilor ani

[2, 3, 4] etc., este, alături de adecvabilitate, componenta fiabilității sistemelor ce caracterizează imunitatea acestora la perturbații și include două aspecte: *securitatea statică* și *securitatea dinamică*. Securitatea statică se referă la regimurile permanente normale și postavarie, iar cea dinamică are ca obiect analiza regimurilor tranzitorii dintre regimurile permanente, împreună definind o altă noțiune importantă, *fiabilitatea regimurilor* sistemelor electroenergetice;

- *criterii de analiză a contingențelor* = ipoteze privind stările posibile ale rețelei caracterizate de numărul elementelor care se pot defecta simultan: N-0=toate elementele în funcțiune, N-1=maximum un singur element defect, N-2=cel mult două elemente defecte simultan etc.

3. Indicatori de securitate statică ai rețelei

Concepția clasică de analiză a contingențelor este calculul regimurilor permanente postavarie. Unele din aceste regimuri pot fi însoțite de depășiri ale limitelor impuse circulațiilor din laturi (suprasarcini) sau tensiunilor din noduri. Referitor la tensiunile din noduri, restricțiile sunt reprezentate de limitele superioare și inferioare ale valorilor impuse acestor tensiuni. Valoarea superioară este impusă, de exemplu, de maximul admis al tensiunilor de serviciu din considerente de izolație, iar minimul admis este valoarea sub care se consideră că nu mai pot fi alimentați direct consumatorii. Circulațiile din laturile rețelei sunt limitate superior din considerente de solicitări termice de lungă durată și, uneori, în cazul liniilor lungi, din considerente de stabilitate statică și/sau dinamică. În contextul acestor restricții, rețeaua poate fi caracterizată în termenii unor indicatori reflectând severitatea depășirii restricțiilor de tensiune și circulațiilor din laturi în cazul unei contingențe precizate. Vom defini acești indicatori ca indicatori de risc ai rețelei, sub forma unor funcții globale ce vor cuantifica abaterile față de limitele admise ale tensiunilor din noduri și ale circulațiilor de puteri din laturi.

3.1. Indicator de risc relativ la variația tensiunilor

Indicatorul de risc (IRU), definit pentru a cuantifica deficiența rețelei datorată ieșirii din limitele admise ale tensiunilor din noduri, **pentru o anumită contingență**, este următorul:

$$IRU = \sum_{i=1}^{NN} \frac{F_{pi}}{2n} \left(\frac{|U_i| |U_{inom}|}{\Delta U_{iadm}} \right)^{2n} \quad (1)$$

unde:

$|U_i|$ este tensiunea reală a nodului i;

$|U_{inom}|$ - tensiunea nominală a nodului i;

ΔU_{iadm} - variația de tensiune admisă în nodul i;

n - exponentul funcției de risc (obișnuit, 1);

NN - numărul de noduri al rețelei;

F_{pi} - factor pozitiv de ponderare.

Depășirea limitei admise a tensiunii ΔU_{iadm} în nodul respectiv, duce la o valoare mare a indicelui de risc, IRU. Pe de altă parte, dacă o contingență asigură menținerea în limitele admise a valorii tensiunii în acel nod, indicele de risc are o valoare mică.

Rezultă, deci, că IRU măsoară severitatea abaterii tensiunii de la valoarea nominală, iar pentru un set de contingențe acest indicator reprezintă un mijloc de comparare a gravității influenței asupra regimului de tensiuni a ieșirii din serviciu a unei componente a rețelei.

3.2. Indicatori de risc relativ la încărcările laturilor

Un indicator de risc relativ la suprasarcinile din laturile rețelei, corespunzător unei anumite contingențe, poate fi definit în termenii circulațiilor de putere activă:

$$IRP = \sum_{l=1}^{NL} \frac{F_l}{2n} \left(\frac{P_l}{P_{l\,lim}} \right)^{2n}, \quad (2)$$

unde:

P_l este încărcarea, cu putere activă a laturii l;

$P_{l\,lim}$ - capacitatea de transport, în MW, a laturii l;

NL - numărul de laturi ale rețelei;

F_l - coeficient pozitiv; poate fi utilizat pentru a reflecta importanța unor laturi.

Se poate observa că indicatorul IRP calculat cu relația (2) nu oferă informații foarte exacte asupra încărcărilor din laturile rețelei, deoarece solicitarea termică se datorează, de fapt, curentului aparent total și nu numai componentei puterii active. Ca urmare, se poate defini un al doilea indicator (IRI), cu caracter mai general:

$$IRI = \sum_{l=1}^{NL} \frac{F_l}{2n} \left(\frac{I_l}{I_{l\,max\,adm}} \right)^{2n}, \quad (3)$$

unde:

I_l este curentul aparent real al laturii l;

$I_{l\,max\,adm}$ - curentul maxim admisibil de durată al laturii l.

Cu mărimile de referință considerate pentru definirea lui IRP și IRI, indicatorii respectivi sunt, cu

adevărat, indicatori de securitate statică ai reţelei. Dacă în locul valorii I_{maxadm} se foloseşte, de exemplu, valoarea corespunzătoare puterii naturale a liniei respective ($I=f(P_{nat})$) sau cea care este determinată pornind de la densitatea economică de curent ($I=f(J_{ec})$), indicatorii menţionaţi oferă, în primul rând, informaţii privind abaterea funcţionării reţelei de la regimuri optime, conform unor criterii diferite.

3.3. Calculul probabilistic al indicatorilor de risc

Indicatorii de risc IRU şi IRP (IRI) oferă informaţii utile asupra ierarhizării elementelor componente ale reţelei prin prisma influenţei acestora asupra regimului de tensiuni nodale şi încărcării laturilor.

Un alt aspect, pe care îl considerăm important, este că ierarhizarea după efectele pe care le are căderea unui element de reţea nu este completă. Putem presupune că defectarea elementului x are, conform valorii IRU_x, efectele cele mai severe asupra tensiunilor nodurilor reţelei, dar probabilitatea de defectare a acestuia este foarte mică, în timp ce un altul, y, cu $IRU_y < IRU_x$, are o probabilitate (sau o frecvenţă) de defectare mult mai mare.

Acesta este motivul pentru care considerăm că indicatorii de risc menţionaţi pot fi definiţi mai realist dacă includ şi informaţii legate de fiabilitatea elementului implicat în contingenţa respectivă [5]. O soluţie este multiplicarea indicilor IRU şi IRP (IRI), calculaţi în cazul unei anumite contingenţe, cu probabilitatea sau frecvenţa de apariţie a acelei contingenţe.

Tehnicile de analiză a fiabilităţii sistemelor oferă relaţii de calcul al indicatorilor de fiabilitate ai reţelei. Analiza securităţii statice a reţelei, caracterizată de abaterile tensiunilor nodale şi ale circulaţiilor din laturi în raport cu valorile limită admise în regim postavarie, se poate face astfel prin considerarea ambelor categorii de indicatori. O posibilitate este folosirea relaţiei cunoscute de calcul a probabilităţilor absolute p_i ale stărilor, pentru sisteme complexe [6]:

$$p_S = \frac{1}{1+\sum_{i\in S_1}\frac{\lambda_i}{\mu_i}+\sum_{j\in S_1}\frac{\lambda_j}{\mu_j}\sum_{j\in S_2, j\neq i}\frac{\lambda_j}{\mu_i+\mu_j}+\sum_{i\in S_1}\frac{\lambda_i}{\mu_i}\sum_{j\in S_2, i\neq j}\frac{\lambda_j}{\mu_i+\mu_j}\sum_{k\in S_3, k\neq j\neq i}\frac{\lambda_k}{\mu_i+\mu_j+\mu_k+\dots}}$$

unde S_k sunt mulţimile stărilor sistemului cu k elemente defecte, defectarea fiind reflectată de ordinea indicilor i, j, k etc. O a doua posibilitate este utilizarea relaţiilor simplificate [7]:

$$p_i = 2f_{ci}M\left[T_r\right]_{ci} + \sum_{g\subset i} L_g f_g M\left[T_r\right]_g \quad (5)$$

$$p_{ij} = p_i p_j + \sum_{g\subset i} L_g f_g M\left[T_r\right]_g \Gamma_g \quad (6)$$

$$f_i = 2f_{ci} + \sum_{g\subset i} L_g f_g \quad (7)$$

$$f_{ij} = p_i f_j + p_j f_i + \sum_{g\subset ij} L_g f_g \Gamma_g \quad (8)$$

în care, în legătură şi cu figura 1, au fost folosite notaţiile:

- p_i - probabilitatea ca latura i să fie defectă;
- p_{ij} - probabilitatea ca laturile i şi j să fie defecte;
- f_i - frecvenţa de defectare a laturii i;
- f_{ij} - frecvenţa de defectare laturilor i şi j;
- f_{ci}- frecvenţa de defectare a unui întrerupător din latura i (fig.1);

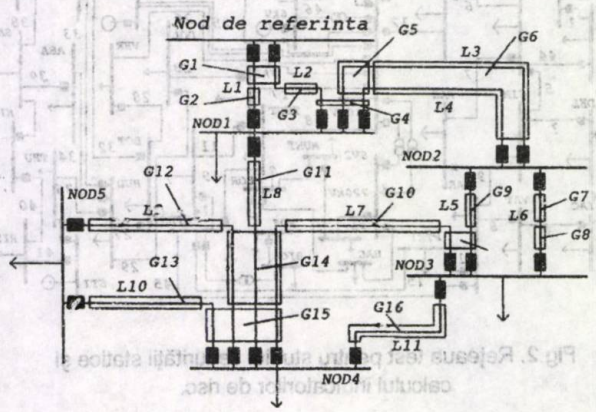


Fig. 1. Formalizarea reţelei de distribuţie pentru analiza securităţii statice şi ilustrarea modului în care grupurile de defectare (secţiunile) compun laturile.

Laturile reţelei constituite din linii sunt formate din grupuri de defectare [5]. Grupurile de defectare, înseriate pe traseul unei linii, sunt caracterizate de indici specifici de fiabilitate datorită: a) paralelismului topologic între linii, caz în care se ia în calcul şi factorul de defectare de mod comun pentru laturile i şi j din grupul g, Γ_g; b) traseului cu λ specific: zone montane, zone industriale poluate, zone "normale" din punctul de vedere al intensităţii de avariere etc. Ca urmare, o linie electrică aeriană

poate să nu aibă acelaşi λ pe toată lungimea ei.

- L_{gi} - lungimea unui grup de defectare din latura i;
- $M[T_r]_{ci}$ - timpul mediu de reparare a unui întrerupător din latura i;
- f_{gi} - frecvenţa specifică de defectare a unei secţiuni a laturii i din grupul g;
- $g \in i$ - secţiunile grupate ale laturii i;
- $g \in ij$ - secţiunile grupate ale laturilor i şi j.

4. Aplicaţie în cazul unei reţele de distribuţie de 110 kV

Calculul indicatorilor de securitate statică prin analiza probabilistică a contingenţelor s-a efectuat pentru partea de 110 kV a reţelei test din figura 2.

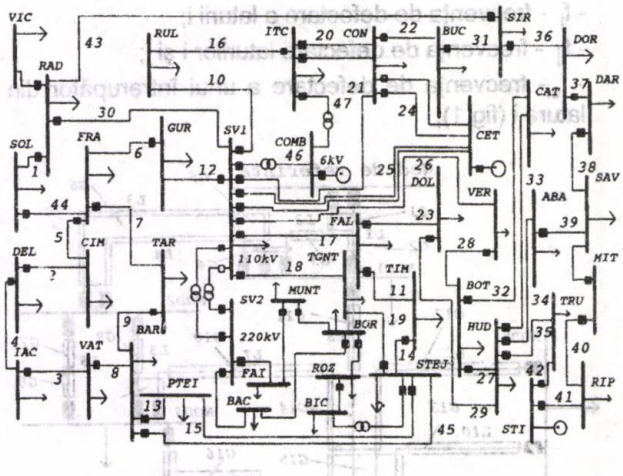


Fig.2. Reţeaua test pentru studiul securităţii statice şi calculul indicatorilor de risc.

Indicatorul de risc relativ la tensiune, IRU, a fost calculat cu rel.(1), în care NN=47, n=1, F_{pi}=1, U_{inom}=110 kV, ΔU_{iadm}=10% din U_{inom}. Valoarea lui U_i a fost determinată, pentru fiecare nod în parte, printr-un calcul de regim corespunzător unui caz de bază. Acest regim de bază sau de referinţă a fost ales cel corespunzător vârfului de sarcină în care reţeaua a fost considerată cu toate elementele componente în funcţiune.

Calculul indicelui de risc relativ la încărcările laturilor s-a efectuat în două condiţii:

a) în relaţia (2), mărimea de raportare P_{llim} este egală cu puterea naturală (pentru LEA de 110 kV puterea naturală este de 30 MW), F_l =1, n =1, iar P_l este puterea activă rezultată din analiza contingenţei respective. S-a calculat indicele IRP;

b) în relaţia (3), mărimea de raportare I_{llim} este curentul corespunzător puterii naturale a liniei, F_l=1, n=1 şi I_l este curentul aparent prin linie în regimul corespunzător contingenţei respective. S-a calculat indicele de risc IRI.

Importanţa acestor indici constă în faptul că oferă un criteriu de ierarhizare a componentelor reţelei din punctul de vedere al efectului ieşirii acestora din serviciu asupra principalelor mărimi care definesc regimurile permanente de funcţionare ale reţelei. În figura 3 sunt prezentate rezultatele privind indicele IRU. Se pot observa diferenţele importante în ceea ce priveşte modul în care se

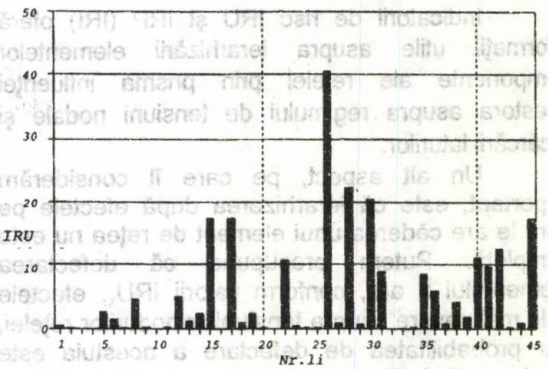


Fig.3. Valoarea indicelui IRU calculat prin analiza deterministă a contingenţelor.

modifică tensiunile în noduri în urma defectării unor laturi. Astfel, sensibilitatea reţelei este mare, din acest punct de vedere, la defectarea laturilor 26 (LEA Suceava 1-Vereşti), 28 (LEA Vereşti-Botoşani) sau 30 (LEA Rădăuţi-Suceava 1) şi mai puţin sensibilă la defectarea laturilor 10 (LEA Rulmentul-Suceava 1) sau 33 (LEA Hudum-Cătămărăşti). În figura 4 se prezintă rezultatele calculelor privind indicele de risc relativ la circulaţiile din laturi IRI, iar în figura 5 acelaşi indicator,

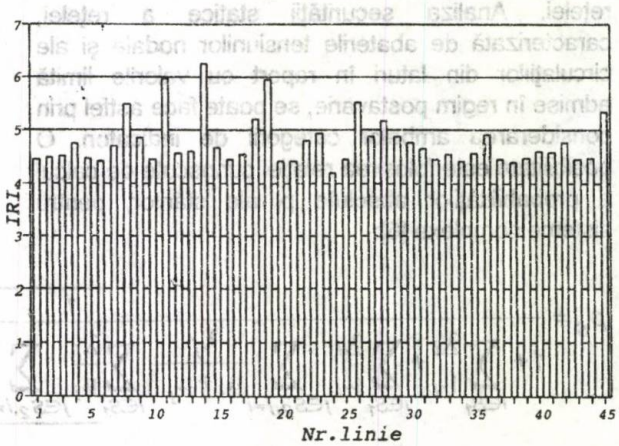


Fig. 4. Valoarea indicelui IRI calculat prin analiza deterministă a contingenţelor.

dar în varianta IRP. Graficele din figurile 6 şi 7 redau ierarhizarea laturilor reţelei test din figura 2 după

valorile indicilor IRU şi IRI. Toate rezultatele au fost obţinute prin analiza deterministă a contingenţelor.

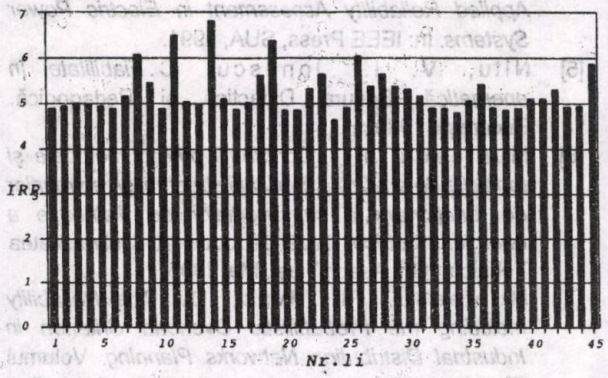


Fig.5.Valoarea indicelui IRP calculat prin analiza deterministă a contingenţelor.

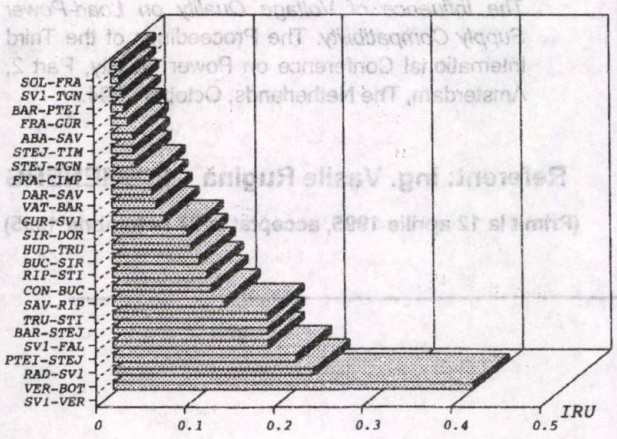


Fig.6. Ierarhizarea laturilor reţelei test după valoarea IRU.

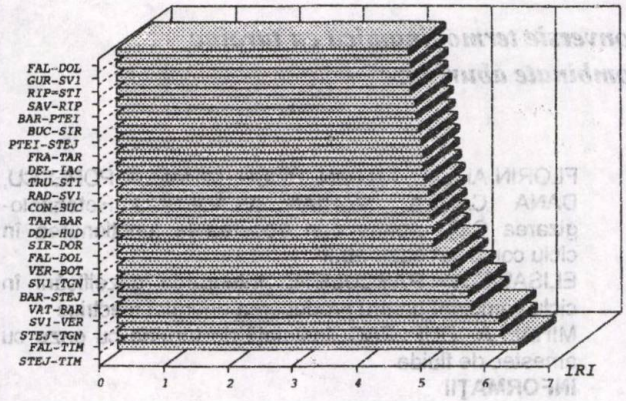


Fig.7. Ierarhizarea laturilor reţelei test după valoarea IRI.

În cazul în care se consideră şi indicatorii de fiabilitate, informaţiile obţinute şi ierarhizarea componentelor reţelei se poate face mai realist. În figura 8, alături de ordonarea principalelor laturi ale

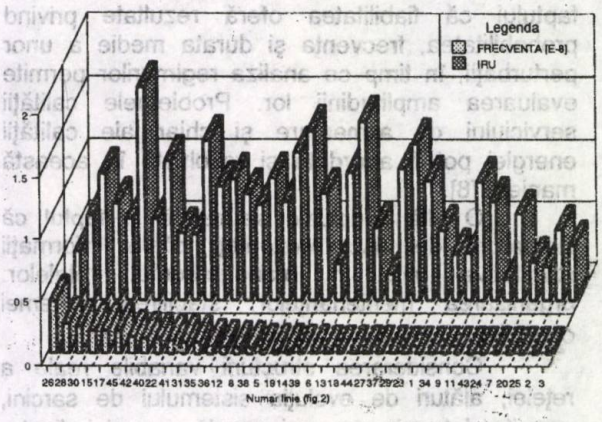


Fig.8. Influenţa frecvenţei de defectare asupra ierarhizării laturilor conform indicelui IRU.

reţelei după indicatorul IRU, sunt indicate şi frecvenţele de apariţie ale contingenţelor. Este evidentă influenţa acestui indicator probabilistic asupra reordonării importanţei laturilor din punctul de vedere al variaţiei sistemului de tensiuni nodale în cazul calculării unui indice rezultat prin înmulţirea IRU cu frecvenţa corespunzătoare. O comparaţie similară se poate face şi în raport cu IRI sau IRP.

Concluzii

Principalele contribuţii ale autorilor la elaborarea lucrării pot fi sintetizate astfel:

- definirea unor indicatori de securitate statică ai reţelelor de distribuţie şi utilizarea lor în scopul ierarhizării importanţei componentelor reţelelor de distribuţie asupra regimurilor de funcţionare ale acestora cu referire directă la tensiunile din noduri şi circulaţiile din laturi;

- definirea şi utilizarea indicatorilor de securitate drept indici de risc, pe baza analizei probabilistice a contingenţelor, prin considerarea şi a indicatorilor de fiabilitate ai reţelei, cu efecte privind evaluarea mai realistă a influenţei componentelor acesteia asupra funcţionării în regimuri permanente normale şi postavarie.

Studiile de caz au fost efectuate pe reţele reale.

Printre concluziile mai importante ce se desprind din cercetările efectuate, una are un caracter mai general şi se referă la faptul că studiile şi calculele de fiabilitate a regimurilor trec, treptat, prin gradul de detaliere a modelelor matematice şi informaţiilor luate în considerare, din domeniul cercetării operaţionale în domeniul

conducerii operative, chiar dacă mai păstrează în continuare şi atributul unor studii previzionale, dar pe durate scurte şi imediate. Îmbinarea organică fiabilitate-regim de funcţionare este rezultatul faptului că fiabilitatea oferă rezultate privind probabilitatea, frecvenţa şi durata medie a unor perturbaţii, în timp ce analiza regimurilor permite evaluarea amplitudinii lor. Problemele calităţii serviciului de alimentare şi chiar ale calităţii energiei pot fi abordate şi rezolvate în această manieră [8].

O altă concluzie se referă la faptul că indicatorii de risc prezentaţi oferă informaţii cantitative utile în managementul reţelelor: organizarea mentenanţelor, stabilirea schemei operative, dezvoltarea reţelei etc.

Considerarea structurii variabile reale a reţelei, alături de evoluţia sistemului de sarcini, permite determinarea mai exactă a unui indicator relativ important de eficienţă a exploatării reţelelor, care este consumul propriu tehnologic.

Bibliografie

[1] Dimo, P. *Modele REI şi indicatori de stare (cap.9)*, Editura Academiei, România, 1979.

[2] Billinton, R., Allan, R. *Reliability Assessment of Large Power Systems*, Kluwer Academic Publishers, Boston, SUA, 1984.

[3] Endrenyi, J. *Reliability Modelling in Electric Power Systems*, J. Wiley & Sons, Chichester, 1978.

[4] Billinton, R., Allan, R., Salvaderi, L. *Applied Reliability Assessment in Electric Power Systems*. In: IEEE Press, SUA, 1991.

[5] Nitu, V. I., Ionescu, C. *Fiabilitate în energetică*, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1980.

[6] Munteanu, Fl. *Contribuţii privind metodele şi tehnicile de analiză a fiabilităţii structurii şi regimurilor de funcţionare a subsistemelor de distribuţie a energiei electrice*. Teză de doctorat. Universitatea Tehnică, "Gh. Asachi" Iaşi, Mai 1995.

[7] Munteanu, Fl., Ivas, D. *The Reliability Including the Probabilistic Overload Criterion in Industrial Distribution Networks Planning*. Volumul "Tehnici noi în conducerea reţelelor de distribuţie". Sesiunea jubiliară a Universităţii Tehnice Iaşi, Octombrie 1992.

[8] Ivas, D., Munteanu, Fl., Paap, G. C. *The Influence of Voltage Quality on Load-Power Supply Compatibility*. The Proceedings of the Third International Conference on Power Quality, Part 2, Amsterdam, The Netherlands, October 1994.

Referent: ing. Vasile Rugină - ICEMENERG

(Primit la 12 aprilie 1995, acceptat la 27 octombrie 1995)

Informaţii

În numărul 4, seria A/1995 au apărut următoarele materiale:

Număr special "Sistemul de conversie termodinamică cu turbine cu gaze şi cicluri combinate abur-gaze"

ANTON ROŞU: Masa rotundă, 15 mai 1995

FLORIN ALEXE, ANTON ROŞU, MIHAELA POPESCU, SILVIA LIGDA: Ciclu combinat gaze-abur. Eficienţa tehnico-economică a soluţiilor de retehnologizare

ION SOTIR DUMITRESCU, VICTOR ATHANASOVICI: Indicatori de eficienţă energetică ai ciclurilor de termoficare (cogenerare) cu turbine cu gaze

GEORGE DARIE, COSTIN MOŢOIU, ILIE PRISECARU: Modelarea comportării instalaţiilor cu turbine cu gaze în regimuri nenominale

FLORIN ALEXE, ANTON ROŞU, MIHAELA POPESCU, DANA CANEA, MARIAN VLĂDESCU: Retehnologizarea CET urbane prin trecerea la funcţionarea în ciclu combinat gaze-abur

ELISABETA PĂSCULETE: Integrarea gazeificării în ciclu combinat pentru producerea energiei electrice

MIHAELA DUPLEAC: Instalaţii de turbine cu gaze cu amestec de fluide

INFORMAŢII

CRISTIAN RĂDUCANU: Eficienţa energetică în Marea Britanie

DIN ENERGETICA MONDIALĂ

EFICIENŢA MODERNIZĂRII GENERATOARELOR DIN CHE PORŢILE DE FIER 1

ing. DUMITRU CREŢU *; ing. MARIA ISPAS **; ing. COSTIN FLOREA **; ing. ION BLAIER ***

Lucrarea abordează soluţiile tehnologice pentru modernizarea generatoarelor de la CHE Porţile de Fier 1 în cadrul preocupărilor de redefinire a optimului echipării centralei şi de revitalizare şi fiabilizare a grupurilor.

Se prezintă condiţiile definitorii pentru generator: soluţia constructivă, rezultatele inspecţiei vizuale şi ale măsurătorilor specifice, comportarea în exploatare.

Se avansează tehologii prin care este posibilă creşterea de putere şi modernizarea generatorului.

Se apreciază efectele preliminate de modernizare.

The paper deals with the technological solutions aimed at updating the generators of the hydropower station at Porţile de Fier 1, a permanent concern to assess the optimum endowment of the station and to revitalize and make the units reliable.

The characteristic conditions for the generators, are mentioned herein: constructive solution, results of visual examination and specific measurements, operational behaviour.

The technologies enabling the power increase and the generator updating, are advanced.

The results of the updating precess, are assessed.

Descriptori : hidrogenerator sincron, reabilitare

Introducere

Centrala hidroelectrică Porţile de Fier 1 este echipată cu şase grupuri de 170 MW, conectate în schema bloc la barele de 220 kV ale sistemului electroenergetic. Ultimul grup a fost pus în funcţiune în anul 1972. Până la finele anului 1994 centrala a produs 128.7×10^6 MWh şi a avut peste 950×10^3 ore-grup de funcţionare, ambele valori repartizate relativ uniform pe cele şase grupuri.

Echipamentul energetic din centrală a intrat în categoria celor de vârsta a treia.

Din momentul proiectării centralei au intervenit schimbări esenţiale de ordin economic, tehnologic şi funcţional, care redefinesc domeniul optim de echipare al centralei ca putere şi număr de grupuri, inclusiv al regimului de exploatare.

* Intreprinderea de Raţionalizări şi Modernizări Energetice - IRMEB, Bucureşti

** Institutul de Cercetări şi Modernizări Energetice - ICEMENERG, Bucureşti

*** FE Porţile de Fier

Se preconizează ca noua putere a centralei să rezulte din puterea crescută a fiecărui grup după modernizare şi, eventual, din montarea unui nou grup (al şaptelea) cu care să înceapă revitalizarea.

1. Constatări

După 22 ani de exploatare a acestor generatoare, controalele, măsurătorile şi statistica evenimentelor conduc la următoarele concluzii:

1.1. Carcasele nu prezintă deformări vizibile, rupturi ale cordoanelor de sudură, deplasări ale interfeţelor de asamblare sau alte simptome care să semnalizeze procese degenerative.

• Miezurile statoarelor prezintă văluriri în vecinătatea tuturor planelor de separaţie ale sectoarelor.

• Bobinajul statoric nu prezintă deteriorări (frecări, slăbiri, căderi, culoare modificată etc.); unele pene de capăt sunt slăbite sau deplasate.

• Există depuneri de praf de ferodou cu aspect gros în partea inferioară pe traseele de ventilaţie.

• Polii rămân bine împănaţi, bobinele polare lăcuite şi rigidizate, înserierile bobinelor sunt în stare bună ca şi legăturile dintre segmentele inelelor de scurtcircuitare ale înfăşurării de amortizare. Nu se observă urme de încălziri locale pe suprafaţa pieselor polare.

• Inelele de contact au suprafeţele în bună stare; bătaia radială este în toleranţe, iar zona este relativ curată, fără praf sau urme de ulei.

1.2. Măsurători termice s-au efectuat în mai multe împrejurări: la punerea în funcţiune a fiecărui grup, la probele de garanţie, la probele speciale pentru stabilirea limitelor de încărcare în regim capacitiv şi ultimele cu ocazia verificării subansamblurilor active în regim termic stabilizat ce a depăşit puterea nominală cu 10%.

• Toate seriile de măsurători au dat rezultate apropiate, puţin mai mici decât cele obţinute prin calcul la proiectare şi duc la concluzia că generatorul, din punct de vedere termic este solicitat moderat.

• Cele mai mari încălziri în regim nominal s-au măsurat la:

- dinţii pachetului terminal $\triangle Q_{FeD} = 58,3°C$;
- mufele de înseriere a barelor înfăşurării statorice în partea superioară $\triangle Q_{CuLF} = 76°C$.

• Încălzirea cuprului în partea activă a barelor a fost

$$\triangle Q_{Cu} = 62°C.$$

• Încălzirea medie a înfăşurării de excitaţie $\triangle Q_{CuR} = 56,6°$ C.

• Încălzirile celorlalte subansambluri ale maşinii (piesele polare, înfăşurarea de amortizare, inelele de contact, portperiile etc.) sunt cu 10-20°C inferioare celor enumerate anterior.

Distribuţia încălzirilor coroanei dentare şi a aerului în întrefier pe înălţimea miezului se prezintă în figura 1.

1.3. Măsurătorile speciale de ventilaţie au arătat că:

- distribuţia vitezelor aerului în canalele radiale de ventilaţie ale miezului statoric este accentuat neuniformă (vezi valorile în figura 1);
- debitul total al aerului ce traversează răcitoarele este $Q_a = 140$ m^3/s.

1.4. Măsurători de vibraţii cu caracter obligatoriu s-au făcut la punerea în funcţiune a fiecărui grup .

În ultimii ani s-au efectuat măsuratori detaliate de vibraţii.

Pentru generatoare s-a constatat:

- Nivelul vibraţiilor lagărelor, miezului magnetic, al capetelor de bare ale înfăşurării statorice, al răcitoarelor este în limitele notate cu bun şi foarte bun.
- Într-un singur caz, miezul magnetic al HG-1 în zona unui plan de separaţie are vibraţii mult crescute când generatorul funcţionează excitat în stare rece.

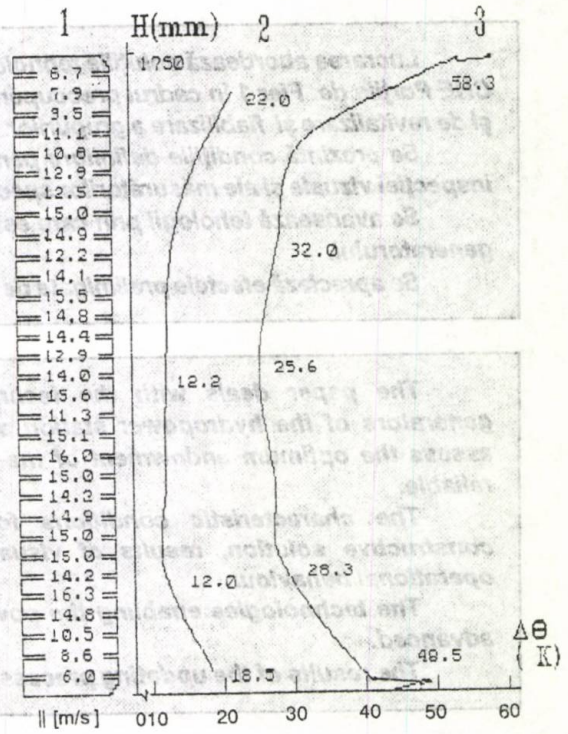


Fig.1. Distribuţii pe înălţimea generatorului:
1 - viteza aerului de răcire în canalele de ventilaţie statorice, numeric [m/s]; curba 1- încălzirea aerului în întrefier [K]; curba 2 - încălzirea miezului statoric la nivelul coroanei dentare [K].

1.5. Măsurători dielectrice speciale s-au făcut cu regularitate în ultimii 14 ani atât pe înfăşurări, cât şi pe bare demontate. Pe baza analizei rezultatelor mai recente privind valorile tgδ, $\triangle$tgδ, $\triangle$C şi DP s-a stabilit că izolaţia prezintă o "îmbătrânire accentuată"; în câteva cazuri s-a prognozat şi durata de viaţă restantă - DdVR - ce variază între 90000 şi 120000 ore de funcţionare.

Deşi măsurătorile sunt obiective, criteriile după care se face prognoza DdVR rămân în general discutabile; în acest sens apare paradoxală constatarea că această izolaţie, după 20 ani de funcţionare şi declarată "îmbătrânită", are nivelul descărcărilor parţiale substanţial mai mic decât al unor izolaţii similare (marcă, tehnologie, tensiune nominală etc.) după un an de solicitare

(măsurătorile făcându-se în condiţii identice: aparatură, metodologie, personal).

1.6. De la punerea în funcţiune a celor şase generatoare s-au produs 13 defectări, ceea ce reprezintă o rată de 0,1 defecte pe generator şi an. Defectele au constat în puneri la masă a înfăşurării statorice (rosături în izolaţie), jocuri în planele de separaţie, slăbirea împănării barelor în crestătură, fisurarea barelor legăturilor interpolare etc. În afara lucrărilor de mentenanţă planificată indicele de indisponibilitate al generatoarelor a fost mai mic de 1%. Timpul mediu de funcţionare realizat este T_m = 6697 ore/an-generator, la o putere medie P_m = 134,6 MW.

2. Eficienţa modernizării

Eficienţa modernizării generatoarelor din CHE Porţile de Fier 1 se poate releva prin două aspecte principale, unul ce ţine de creşterea puterii cu reutilizarea unor subansambluri importante ale maşinii actuale, iar al doilea de faptul că această creştere este valorificată în putere de vârf şi semivârf.

2.1. Reutilizarea fizică a celor mai multe subansambluri existente în actualele generatoare

2.1.1. Deoarece, aşa cum s-a arătat mai sus, în perioada scursă de la punerea în funcţiune, generatoarele s-au dovedit în general fiabile şi performante, cerinţa ca generatorul modernizat să utilizeze cât mai multe din ansamblurile existente, este pe deplin justificată, atât din punctul de vedere al performanţelor tehnice, cât şi din cel al eficienţei economice.

Acest lucru implică acceptarea soluţiilor constructive generale existente, şi anume:

- diametrul statorului şi rotorului;
- înălţimea constructivă a maşinii;
- turaţia nominală;
- solicitările electrice şi magnetice ale părţilor active.

În aceste condiţii sporul de putere preliminat se obţine în principal pe seama creşterii curentului statoric.

Modificările ce urmează a fi aduse actualului proiect constau în:

- înlocuirea materialelor îmbătrânite cu materiale noi, de regulă mai performante ;
- eliminarea deficienţelor tipice constatate la construcţia actuală;
- valorificarea rezultatelor verificate ale cercetărilor în construcţii similare, care răspund mai bine cerinţelor de fiabilitate şi mentenanţă.

În aceste condiţii se mai pot formula premise suplimentare pentru varianta modernizată:

p1 - se menţin constante pierderile specifice în înfăşurări şi în miezul magnetic;

p2 - se menţin constante dimensiunile crestăturii, ale dinţilor şi ale miezului;

p3 - se menţin valorile inducţiilor în întrefier, dinţi şi jug;

p4 - se corectează actualele condiţii de ventilaţie;

p5 - se păstrează schema actuală a înfăşurării statorice;

p6 - creşterea curentului statoric se realizează pe seama creşterii secţiunii cuprului în bară, în condiţiile specificate anterior.

3.1.2. Respectând premisele enunţate la pct.2.1.1. se constată la actualele generatoare o primă rezervă de putere în creşterea solicitărilor termice. O analiză mai atentă a detaliilor găseşte o a doua rezervă în gradul de umplere al crestăturii. În figura 2*a* se prezintă o secţiune prin bara unde banda de azbest de 0,4 mm şi banda de sticlă de 0,1 mm nu se mai utilizează în tehnologiile actuale; de asemenea, grosimea izolaţiei $\triangle iz$ = 4,6 mm pentru tensiunea nominală de 15,75 kV este mult prea mare faţă de grosimea izolaţiilor termorigide performante.

Creşterea de putere va exploata această a doua rezervă, deoarece prima ar avea efecte asupra dilatărilor diferenţiale mai puţin controlabile la dimensiunile generatorului.

Dându-se grosimea izolaţiei barei şi utilizând bine spaţiul rămas pentru amplasarea conductoarelor elementare s-a determinat creşterea secţiunii cuprului şi apoi a curentului. Noua concepţie a izolaţiei barei înfăşurării statorice poate fi urmărită în figura 2*b*.

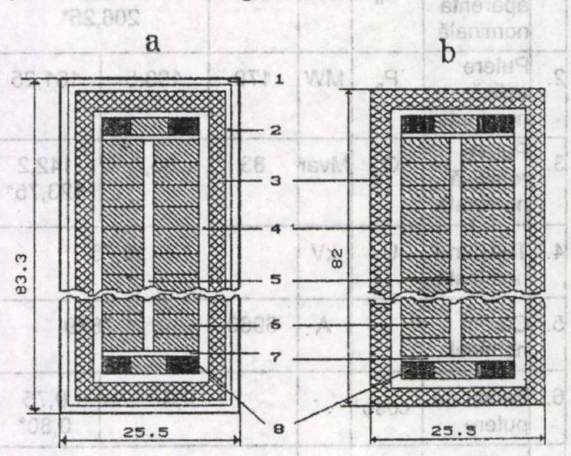


Fig.2. Secţiune prin bara hidrogeneratorului: 1 - bandă azbest 0,4 mm; 2 - bandă sticlă 0,1 mm; 3 - izolaţia principală: a. sliudoterm, 4.6 mm; b. izotenax, 3,4 mm; 4 - izolaţie tehnologică 0,2 mm; 5 - izolaţie între coloane; 6 - conductoare elementare; 7 - izolaţie traversări, 0,2 mm; 8 - chit umplutură.

Se constată că puterea nominală în stator poate creşte substanţial, chiar şi pentru tehnologii şi materiale disponibile de 15-20 de ani şi pentru care în ţară există toate mijloacele tehnice.

Se poate spera că sporul de putere ce poate fi obţinut în momentul în care se va decide lansarea proiectului de retehnologizare a generatoarelor din CHE Porţile de Fier 1 să fie superior celui indicat în prezenta lucrare.

Valoarea curentului nominal respectă condiţia impusă :

$$A_o \cdot j_o = A \cdot j = \text{constant},$$

unde:

A reprezintă pânza de curent [A/m];

"o" - indice - se referă la generatorul aflat în funcţiune

Faptul că în relaţii s-a pornit de la valorile reale măsurate pe generatoarele aflate în exploatare sporeşte precizia valorilor calculate, chiar dacă acestea s-ar obţine printr-o nouă proiectare.

2.1.3. Puterea nominală a turbinei modernizate a fost fixată la 194 MW pentru grupurile 1-6 din centrala actuală şi la aproximativ 165 MW pentru grupul suplimentar, al şaptelea.

Pentru aceste valori s-au determinat principalii parametri nominali ai generatoarelor modernizate, prezentaţi în tabelul 1.

Tabelul 1

Nr. crt.	Parametrii	Simbol	U.M.	Valoare		
				Generator actual	Generator retehnologizat 1 - 6	Generator suplimentar 7
0	1	2	3	4	5	6
1.	Putere aparentă nominală	S_n	MVA	190	215 206,25*	
2.	Putere activă nominală	P_n	MW	170	193,5	161,25
3.	Putere reactivă nominală	Q_n	Mvar	83	93,7	142,2 123,75*
4.	Tensiune nominală	U_n	kV	15,75		
5.	Curent nominal	I_n	A	6960	7879	
6.	Factor de putere	cosφ	-	0,9		0,75 0,80*
7.	Turaţie nominală	n_n	rot-/min	71,5		
8.	Frecvenţă	f	Hz	50		
9.	Număr de faze	m	-	3		

Tabel ul 1 (continuare)

0	1	2	3	4	5	6
10.	Conexiunea fazelor	-	-	Y		
11.	Curent nominal de excitaţie	I_{en}	A	1880	2020	2100 2020*
12.	Tensiune de excitaţie la mers în gol	U_{eo}	V	160	166	166
13.	Tensiune de excitaţie la sarcină nominală	U_{en}	V	375	366 403*	382 403*

* Pentru generatorul modernizat cu bobina polară actuală

Această putere nominală s-a obţinut pentru o grosime unilaterală a izolaţiei barelor statorice de 3,4 mm. Creşterea curentului de excitaţie cu 7,45 % (2020 A) ar necesita creşterea secţiunii căii de curent.

2.1.4. Deoarece se elimină circulaţia parazită din interiorul maşinii, care preîncălzeşte aerul înainte de intrarea în părţile active cu circa 4° C (aproximativ 18% din încălzirea totală), pentru bobina polară se justifică o mică abatere de la premisa p1, prin aceea că se acceptă creşterea curentului de excitatie cu 7%.

În aceste condiţii, pierderile în înfăşurarea rotorică în regim nominal vor creşte cu 14%, iar încălzirea aerului la ieşirea din zona bobinelor cu cel mult 1,7° C, ceea ce în final înseamnă crearea unei rezerve de circa 2,3° C a aerului care părăseşte zona interpolară.

Acestea sunt argumentele ce determină opţiunea pentru menţinerea integrală a rotorului actual. Rezultă imediat economii directe şi timp de indisponibilitate mai mic.

În concluzie, singurele subansambluri mari care necesită înlocuire vor fi:

- miezul statorului cu toate detaliile constructive: tole, pene de pachetare, buloane de strângere, plăci de presare;
- înfăşurarea statorului, ce include: cupru, izolaţie, acoperiri conductoare şi semiconductoare, legături şi conexiuni;
- răcitoarele.

Vor rămâne nemodificate:

- carcasa statorului;
- steaua superioară port-lagăr axial-radial;
- întregul rotor.

2.2. Creşterea puterii de vârf cu circa 20 MW pe generator

Funcţionarea în regim de vârf presupune producerea de energie de calitate superioară, ceea ce înseamnă, implicit, o creştere sensibilă a eficienţei centralei.

3. Soluţii şi tehnologii noi

3.1. Deficienţele semnalate în fazele anterioare, dar nu numai, şi care urmează să fie îndepărtate din proiectul generatorului modernizat sunt :

- planele de separaţie din miezul magnetic al statorului;
- vălurirea/ondularea pachetelor de tole ce antrenează depresarea tolelor miezului;
- pierderi crescute în pachetele terminale ale miezului
- elasticitatea redusă a miezului pe direcţie circulară;
- instabilitatea la flambaj (ondulare) a pachetelor de tole pe direcţie axială;
- tensiuni mari de natură termomecanică între miezul magnetic şi carcasă;
- scăpări laterale mari de aer de răcire din întrefier (debit redus al aerului în canalele de ventilaţie marginale);
- constrângeri la eşalonarea lucrărilor de mentenanţă planificată.

3.2. Deşi rămân valabile afirmaţiile anterioare că modernizarea hidrogeneratorului HVS 1500/175-84 se face în aceleaşi gabarite, aceleaşi diametre exterioare şi interioare şi aceeaşi soluţie constructivă de ansamblu ca la maşina existentă, sunt necesare soluţii noi constructive pentru unele detalii sau subansambluri, care să permită realizarea creşterii de putere, simultan cu îmbunătăţirea fiabilităţii şi a performanţelor.

3.2.1. Miezul magnetic se va pacheta continuu, în centrală, eliminând astfel cele şase plane de discontinuitate totală din jug. Gradul de acoperire al segmentelor de tole va fi 1/4 în loc de 1/2 (vezi fig. 3), modificare ce va conferi o mai mare elasticitate miezului pe direcţia de solicitare a forţelor tangenţiale F_t - de dilatare, o mai mare rezistenţă la flambaj (ondulare) pe direcţie axială şi o reducere a pierderilor în fier, deoarece în planele de joncţiune ale tolelor inducţia va creşte cu 33% în loc de 100% cât rezultă în acoperirea actuală.

În dinţii primelor două pachete terminale se ştanţează şliţuri (vezi fig.4), care vor reduce nivelul pierderilor, extinzând domeniul de funcţionare al maşinii în regim capacitiv.

Fixarea miezului în carcasă se va face în stare pretensionată, astfel încât va rezulta o stabilitate mărită a "formei " atât în staţionare, cât şi la funcţionare în stare caldă.

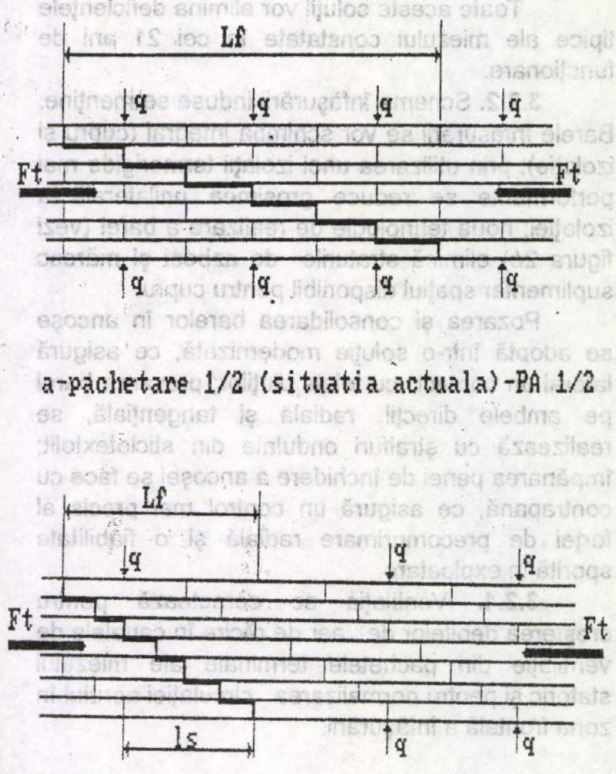


Fig.3. Gradul de acoperire al tolelor la pachetarea miezului statoric: L_f - lungimea suprafeţei totale de frecare într-un pachet de tole; l_s - lungimea segmentului tolei; q - forţa distribuită de presare a pachetului; F_t - forţa tangenţială (comprimare).

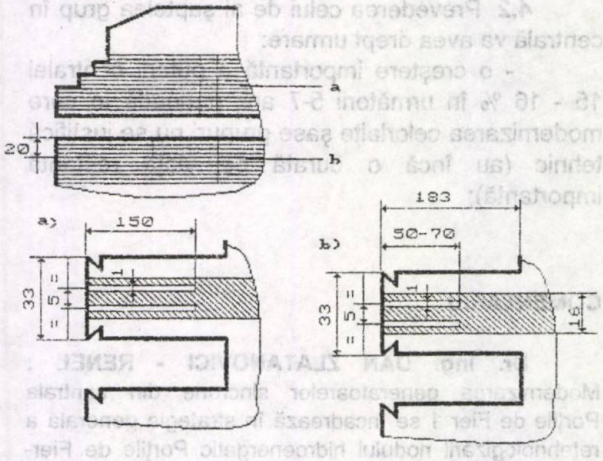


Fig.4. Dimensiunile şi amplasarea tolelor cu şliţuri: a - în dinţii pachetului terminal; b - în dinţii penultimului pachet.

Toate aceste soluţii vor elimina deficienţele tipice ale miezului constatate în cei 21 ani de funcţionare.

3.2.2. Schema înfăşurării induse se menţine. Barele înfăşurării se vor schimba integral (cupru şi izolaţie); prin utilizarea unei izolaţii termorigide mai performante se reduce grosimea unilaterală a izolaţiei; noua tehnologie de realizare a barei (vezi figura 2*b*) elimină straturile de azbest şi măresc suplimentar spaţiul disponibil pentru cupru.

Pozarea şi consolidarea barelor în ancoşe se adoptă într-o soluţie modernizată, ce asigură lateral un contact cu tolele dinţilor; presarea barei pe ambele direcţii, radială şi tangenţială, se realizează cu ştraifuri ondulate din sticlotextolit; împănarea penei de închidere a ancoşei se face cu contrapană, ce asigură un control mai precis al forţei de precomprimare radială şi o fiabilitate sporită în exploatare.

3.2.4. Ventilaţia se corectează pentru creşterea debitelor de aer de răcire în canalele de ventilaţie din pachetele terminale ale miezului statoric şi pentru normalizarea circulaţiei aerului în zona frontală a înfăşurării.

4. Efectele preliminate de modernizare

4.1. Soluţiile şi tehnologiile adoptate în proiectul de modernizare al hidrogeneratoarelor din CHE Porţile de Fier 1 au ca efect:

- eliminarea deficienţelor înregistrate la generatoarele actuale;
- revitalizarea şi creşterea fiabilităţii grupurilor ;
- un spor disponibil de putere de 13%;
- creşterea randamentului generatorului $\Delta\eta = 0{,}22\text{-}0{,}26\%$.

4.2. Prevederea celui de al şaptelea grup în centrală va avea drept urmare:

- o creştere importantă a puterii centralei 15 - 16 % în următorii 5-7 ani, perioadă în care modernizarea celorlalte şase grupuri nu se justifică tehnic (au încă o durată de viaţă restantă importantă);
- modernizarea ulterioară a celor şase grupuri se va face într-un ritm optimizat (8 -12 ani), după criterii de maximă eficienţă şi fără pierderi de energie;
- operaţiile şi SDV-istica de montaj se reduc substanţial la generatorul nou, precum şi la cele şase ce urmează să fie modernizate;
- detensionarea planificării lucrărilor de mentenanţă şi eliminarea, practic totală, a pierderilor de energie din motive de indisponibilitate.

4.3. Sporul de putere ce poate fi obţinut pe partea electrică de 28% se bazează pe materiale performante, cunoscute cu 20-25 ani în urmă, şi pe tehnologii verificate în exploatare de cel puţin 10-15 ani.

4.4. Modernizarea şi sporul de putere nu vor fi însoţite de o creştere sesizabilă a energiei produse de centrală; efectul benefic se regăseşte însă în ponderea mărită a energiei de vârf, evaluată la tarife superioare.

BIBLIOGRAFIE

[1] Ducstau, A.A., Pinski, G.B. *Noi direcţii in construcţia hidrogeneratoarelor* LPEO Elektrosila

[2] Hudon, P., Lehman, Ch. *Concepţia alternatoarelor complexului "La Grand" faza 1, Canada.* CIGRE - Symposium 11-83 Rio 1983 raport 100-04

[3] Nishi, K., Nagai, J. *805 MVA pentru CHE GURI nr.2* CIGRE - Symposium 11-83 Rio 1983 raport 100-09

[4] Pollok, H.J., Labahn, D. *Influence of different stacking methods on the electrical and mechanical behaviour of hydrogenerator stator cores* . CIGRE - Symposium 11-83 Rio 1983 raport 210-02

Referent: ing Radu Regman - ICEMENERG

(Primit la 19 Iunie 1995, acceptat la 23 Iunie 1995)

□

COMENTARIU

Dr. ing. DAN ZLATANOVICI - RENEL : Modernizarea generatoarelor sincrone din centrala Porţile de Fier 1 se încadrează în strategia generală a retehnologizării nodului hidroenergetic Porţile de Fier-Djerdap, aşa cum se conturează în prezent, când parametrii principali ai amenajării s-au definitivat (a rămas de hotărât soarta grupului suplimentar - al şaptelea).

Eficienţa unei modernizări trebuie să răspundă la câteva întrebări majore: CÂND ? CUM ? CU CE PREŢ ?

Articolul răspunde direct la o doua întrebare şi indirect la cea de a treia întrebare.

Articolul răspunde direct la o doua întrebare şi indirect la cea de a treia întrebare.

La datele impuse de strategia generală a retehnologizării şi a performanţelor turbinei autorii îşi asumă unele premise restrictive, care fac totuşi posibilă creşterea puterii unitare de la 190 MVA la 215 MVA, în condiţiile menţinerii încărcărilor specifice electromagnetice şi termice principale în maşina modernizată, la nivelul solicitărilor din maşina actuală.

Pe baza constatărilor din cei peste 22 ani de exploatare, a rezultatelor măsurătorilor privind încărcarea termică a subansamblurilor active şi a stării izolaţiei înfăşurărilor, a inspecţiilor de detaliu, a mărimii şi dinamicii ratei de defectare a generatoarelor, s-au conturat virtuţile şi deficienţele actualelor generatoare.

Pentru creşterea de putere există rezerve în nivelul moderat de încărcare termică a întregii maşini, în grosimea în exces a izolaţiei barelor statorice şi în eliminarea circuitelor parazite din sistemul de ventilaţie.

Soluţiile prefigurate valorifică ultimele două resurse şi măresc rezerva termică a maşinii prin reducerea încălzirilor locale ale miezului magnetic şi al înfăşurării statorice în zonele frontale. Prin faptul că pierderile în generatorul modernizat se menţin la nivelul actual, randamentul va creşte cu 0,22 - 0,26 % faţă de randamentul actual. Aceste soluţii fac posibilă reutilizarea multor subansambluri ale generatorului actual, cum ar fi: carcasa statorului, steaua superioară port-lagăr radial, steaua inferioară port-lagăr axial, rotorul în întregime etc., ce are ca efect reducerea efortului financiar al modernizării, precum şi a timpului de indisponibilizare a grupului.

Deşi nu este tratat în articol, modernizarea sistemului de excitaţie pune o problemă majoră - trecerea la un sistem static cu alimentare prin transformator de la borne sau servicii interne sau, cu sistem cu sursă de putere rotativă - deci păstrarea sistemului actual. Ambele variante au avantaje şi dezavantaje. Un lucru este cert : reglajul trebuie făcut în circuitul rotorului, deci trebuie utilizate tiristoare comandate.

Un alt subiect conex şi condiţionar, care ar merita o discuţie mai amplă, este stabilirea nivelului optim al puterii turbinei. Autorii au demonstrat marile posibilităţi ale generatorului. Oare turbina nu oferă şi ea astfel de posibilităţi ?

Informaţii

Numărul 5, seria A/1995 , cu tematica ***"Tehnologii eficiente şi curate - 35 de ani de cercetare"***, cuprinde următoarele materiale:

LIANA TURCU, AURELIA STANCIU: Metalografia nedistructivă, metodă pentru expertizarea şi diagnosticarea materialelor din componenţa utilajelor energetice

ANTON ROŞU, LIVIU DRAGOŞ, SIMONA-LOUISE VORONCA, CĂTĂLIN FLUERARU, SILVIA LIGDA: Aplicarea tehnologiei de ardere în strat fluidizat la cazanele energetice româneşti

GEORGE BARBU, MARCELA ROŞU: Utilizarea materialelor plastice în construcţia lagărelor aferente turbinelor hidrogeneratoarelor

ION BĂNICĂ, HORTENSIA MAIORU: Tehnici de eliminare a tensiunilor reziduale din zonele de tranziţie a mandrinării şi sudării ţevilor în plăcile tubulare ale generatoarele de abur - sistem microbilaj

IULIANA NICULAE, MIHAELA LĂZĂRESCU, LIVIA RANCU, CĂTĂLIN STAN, MARIUS BĂDĂNĂU, LAURENŢIU OPREA: Sistem deschis de conducere a proceselor energetice

MIRCEA BELDIMAN: Creşterea eficienţei sistemelor de alimentare cu căldură prin reducerea pierderilor din reţelele de transport şi distribuţie

DAN CONSTANTINESCU: Proceduri de identificare a caracteristicilor termice ale componentelor circuitului secundar în scopul reabilitării energetice a sistemului de încălzire prin termoficare

RECENZIE

LIA BEJUSCU: Raportul grupului de consultanţi Cadogan publicat în MDIS Publications Limited "Power Generation Companies in Europe"

EUGENIU PAVEL: N. Leonăchescu " Premise istorice ale tehnicii moderne româneşti"

PRIMIM DE LA . . .

INFORMAŢII

LABORATOR MOBIL CU FUNCŢII MULTIPLE PENTRU ÎNCERCAREA ŞI DEFECTOSCOPIA CABLURILOR

ing. GABRIELA MUNTEANU *; ing. MIHAI MACOVEI *; ing. MIHAI NESTOR *;
dr.ing. BADEA POPA *; ing. ROMEO POPESCU **; ing. IULIU BOROŞ **

Laboratorul de încercări şi defectoscopie cabluri este destinat încercărilor profilactice şi de defectoscopie asupra cablurilor de energie, care au tensiuni nominale până la 20 kV inclusiv.

Echipamentele din cadrul laboratorului sunt instalate într-un autovehicul de producţie românească tip ROCAR-35 M şi sunt ideal adaptate următoarelor operaţii: încercări cu tensiune înaltă reglabilă până la 70 kV c.c./100 kV c.c., ardere defecte 0 ... 28 kV c.c., impulsuri cu tensiune pentru defectoscopie până la 14 kV/28 kV c.c. - energie circa 1500 J, încercarea mantalelor cablurilor cu tensiune maximă 5 kV c.c. şi localizarea defectelor în mantaua cablurilor (trusa pentru defectoscopia mantalelor cablurilor TDMC-5), prelocalizarea defectelor prin metoda impulsului reflectat (locator de defecte în cabluri), utilizând un microcalculator "Note book", tip PC - 386 şi imprimanta opţional, localizarea defectelor în cabluri utilizând metoda inductivă şi metoda acustică (generator pentru defectoscopie şi receptor de semnal), urmărirea traseelor de cabluri, determinarea adâncimii de pozare a cablurilor.

Alimentarea tuturor instalaţiilor şi aparatelor din laborator se face cu tensiunea de 220 V, 50 Hz. Pupitrul de comandă este realizat modulat şi adăposteşte circuitele de comandă, măsură, semnalizare şi protecţie ale laboratorului.

Laboratorul fiind o instalaţie complexă, modernă şi care se adaptează oricărei situaţii din exploatare, se poate procura de către întreprinderile de distribuţie a energiei electrice.

The cable test and fault location van is used to prophylactic and fault location tests on power cables whose rated voltage can reach 20 kV included.

The van equipment is installed in a Romanian made motor vehicle ROCAR-35 that is successfully used under the following conditions: high adjustable voltage test up to 70 kV a.c./100 kV d.c., fault site burning 0 ... 28 kV d.c. fault location voltage pulses up to 14 kV/28 kV d.c., about 1500 J energy, cable sheath test by max. 5 kV d.c. voltage and cable sheath fault location it for cable sheath fault location TDMC - 5), fault pre-location by reflected pulse method (cable fault locator) by using the "Note book" microcomputer, type PC-386 and if necessary a printer, cable fault location by using the inductive and accoustic method (fault location generator and signal receiver), cable tray monitoring, determination of the cable laying out depth.

All laboratory facilities and devices are supplied by 220 V, 50 Hz voltage.

The control panel consists of modulii containing the control, measuring, signalling and protection circuits of the laboratory.

The lab ia a complex modern facility that can be used under any operating conditions, and can be purchased from the Electric Utilities

* Institutul de Cercetări şi Modernizări Energetice - ICEMENERG , Bucureşti
** Intreprinderea de Raţionalizări şi Modernizări Energetice - IRMEB , Bucureşti

Descriptori: cabluri electrice, defectoscopie, laboratoare mobile

Realizarea aspectelor legate de verificarea profilactică şi de defectoscopia cablurilor de energie este o activitate care implică probleme deosebite. Experienţa de exploatare dobândită de ICEMENERG, precum şi cea din domeniul realizării de echipamente de încercări a fost pusă în evidenţă prin realizarea, în decursul anului 1994, a prototipului unui laborator mobil de încercări şi defectoscopie a liniilor electrice în cablu, având tensiuni nominale până la 20 kV inclusiv.

Cauzele ce stau la originea defectelor în cabluri sunt multiple şi deosebit de variate, de aceea, mergând pe linia modernizării activităţii de verificare profilactică a cablurilor, precum şi a celei de defectoscopie, laboratorul mobil a fost conceput şi realizat sub forma unei instalaţii complexe, care permite efectuarea tuturor operaţiilor ce presupun încercarea, prelocalizarea localizarea defectelor în cabluri, determinarea de trasee de cabluri.

Laboratorul de încercări şi defectoscopie cabluri se utilizează în cadrul FRE-urilor, la realizarea încercărilor profilactice şi de defectoscopie asupra cablurilor de energie, care au tensiuni nominale până la 20 kV inclusiv şi care prezintă diferite tipuri de izolaţii.

Echipamentele din cadrul laboratorului sunt ideal adaptate la încercările cablurilor de energie de tipul celor amintite mai sus şi sunt instalate într-un autovehicul de producţie românească de tipul ROCAR-35 M.

Laboratorul de încercări şi defectoscopie cabluri oferă următoarele facilităţi:

• Unitate centrală de comandă, care prezintă:

- realizarea modulară a părţilor componente;
- alegerea modului de lucru, fără a se crea posibilitatea de a se lucra cu două sau mai multe scheme de lucru odată;
- afişarea, reglarea şi controlul parametrilor de lucru;
- semnalizări optice ale diferitelor situaţii de lucru (alimentare, lucru cu înaltă tensiune în diferite scheme de conexiuni, măsură, deconectări prin protecţii etc.).

• Tambure cu cabluri de 50 m lungime fiecare (alimentare, lucru cu înaltă tensiune, punere la pământ, cablu special pentru locator defecte, cablu special pentru generatorul de semnal), pentru legături rapide la obiectul de încercat.

• Încercări cu tensiune înaltă alternativă şi continuă reglabilă până la 70 kV c.a./100 kV c.c.

• Ardere defecte 0 ... 28 kV c.c.

• Impulsuri cu tensiune pentru defectoscopie până la 14 kV/28 kV c.c., energie circa 1500 J.

• Încercarea mantalelor cablurilor cu tensiune înaltă de maximum 5 kV c.c. şi localizarea defectelor în mantaua cablurilor.

• Prelocalizarea defectelor prin metoda impulsului reflectat, utilizând un microcalculator "Note book", tip PC-386 şi imprimantă, opţional.

• Localizarea defectelor în cabluri utilizând metoda inductivă sau metoda acustică.

• Urmărirea traseelor de cabluri, determinarea adâncimii de pozare a cablurilor.

Instalaţia de încercare cu tensiune înaltă alternativă şi continuă este utilizată la încercarea cablurilor şi are următoarele caracteristici:

- tensiune de alimentare: 220 V, 50 Hz;
- tensiune de ieşire nominală: 70 kV c.a., 100 kV c.c.;
- curent nominal de ieşire: 10 mA c.c.

Această instalaţie este alcătuită dintr-un transformator de înaltă tensiune 220 V/70000 V, putere 7500 VA, care prezintă gabarite reduse, pentru a se adapta la varianta mobilă a laboratorului de încercări, un redresor de înaltă tensiune RIT 100 kV, care se montează la borna de înaltă tensiune a transformatorului de 70 kV, obţinându-se astfel o tensiune redresată maximă de 100 kV c.c., precum şi un separator pentru punere la pământ, care prezintă un dispozitiv de descărcare şi punere la pământ a circuitului în care este montat.

Ca orice instalaţie de încercare cu înaltă tensiune şi aceasta are o parte de comandă încorporată în pupitrul de comandă, care conţine toate elementele de comandă, control şi semnalizare aferente instalaţiei (autotransformator, instrumente pentru măsurarea tensiunii şi curentului, lămpi pentru semnalizare şi siguranţe).

Măsurarea tensiunii înalte se face pe partea primară, cu un voltmetru etalonat în kilovolţi valoare efectivă.

Instalaţia pentru ardere şi defectoscopie serveşte la transformarea rapidă şi de durată a defectelor cu rezistenţă mare sau instabilă în rezistenţe de trecere de valoare mică, capabile de reflexie, ce permit utilizarea aparatelor de măsură cu impuls reflectat în scopul prelocalizării defectelor sau pentru localizarea exactă prin procedee de audiofrecvenţă.

Instalaţia pentru ardere şi defectoscopie are următoarele caracteristici:

- tensiune de alimentare: 220 V, 50 Hz;
- tensiune de ieşire: 5; 10 kV c.a.; 7; 14 kV c.c.; 14; 28 kV c.c.

- curent nominal: 1; 2 A c.a.; 0,5; 1 A c.c.
- putere: 10 kVA;
- generator şocuri:
- tensiuni 14/28 kV;
- energie circa 1500 J.

Instalaţia este alcătuită dintr-un transformator de înaltă tensiune de tip INTENS-10, monofazat, care, în funcţie de conectarea înfăşurărilor secundare, poate produce 5 kV sau 10 kV. La bornele acestui transformator se poate conecta un montaj de redresare cu dublare de tensiune, obţinându-se astfel o tensiune continuă de încercare de 14 kV c.c., respectiv 28 kV c.c. Măsura tensiunii produse se realizează prin divizor de tensiune. Eclatorul de descărcare montat în circuit realizează o descărcare sub forma unei tensiuni de impuls de valoare 14 kV, respectiv 28 kV, energia impulsului fiind de circa 1500 J. Frecvenţa impulsurilor este asigurată printr-un circuit care comandă depărtarea şl apropierea sferelor, astfel încât impulsul să fie transmis cablului de încercat în mod ritmic.

Generatorul de impuls serveşte, în primul rând, la localizarea acustică a defectelor prin metoda câmpului sonor. Premisa necesară, însă, pentru utilizarea acestui procedeu este existenţa unei străpungeri la locul de defect. Centrul câmpului sonor generat la descărcare (la locul defectului) poate fi localizat de o instalaţie portabilă de recepţie.

Trusa pentru defectoscopia mantalelor cablurilor este utilizată pentru controlul stării mantalei cablurilor, pentru atestarea calităţii acesteia şi în vederea localizării eventualelor defecte în mantaua cablurilor. Cu acest aparat se execută, deci, atât verificări curente, cât şi prelocalizări şi localizări exacte ale defectelor în manta.

Trusa este alcătuită dintr-o sursă de tensiune constantă 5 kV c.c., pentru încercări, şi de curent constant 50 mA, pentru defectoscopie.

Trusa este construită într-o cutie de tip Metroset, putând fi folosită atât în varianta de parte componentă a instalaţiei complexe prezentate (modul în pupitrul de comandă), cât şi ca echipament independent.

Caracteristicile tehnice ale trusei pentru defectoscopia mantalelor cablurilor sunt:
- tensiune de alimentare : 220 V; 50 Hz:
- tensiune de ieşire nominală: 5 kV c.c.;
- curent nominal de ieşire: 50 mA c.c.

Aparatul permite deci, stabilirea stării izolaţiei cablurilor faţă de pământ. Mărimea tensiunii de încercare se reglează în domeniul 0... 5 kV, valoarea tensiunii de încercare alegându-se în funcţie de calitatea mantalei exterioare.

Localizarea defectelor de manta se face după metoda tensiunilor de pas, procedeu pentru care există ţăruşi de împământare şi cabluri de legătură, ca anexe la trusa pentru defectoscopia mantalelor.

Generatorul pentru defectoscopia în cabluri - GDC-200 este echipamentul care permite localizarea prin metoda inductivă a defectelor în cablurile de energie electrică de joasă şl înaltă tensiune sau în alte tipuri de cabluri subterane multifilare. De asemenea, acest echipament poate fi utilizat la determinarea traseelor de cabluri, a amplasării manşoanelor pe traseu, precum şi a adâncimii de pozare a cablurilor.

Generatorul se prezintă sub forma unui bloc modul, montat în pupitrul de comandă al laboratorului de încercări şi defectoscopie cabluri (acest aparat poate fi livrat, la cerere, şi separat, ca echipament independent) şi are următoarele caracteristici tehnice:
- tensiune de alimentare: 220 V, 50 Hz;
- putere de ieşire: 200 W;
- frecvenţe de lucru: 1030 Hz sau 8970 Hz;
- impedanţa de sarcină: 2 ... 2048 Ω, selectabilă din octavă în octavă;
- frecvenţa trenuri impulsuri: 1 Hz.

Receptorul de semnal universal - RSU 1 este un aparat portabil, cu care se pot localiza defectele în cabluri şi care foloseşte atât metoda inducţiei, cât şi metoda acustică. Aparatul se mai utilizează pentru urmărirea traseului cablurilor, a amplasării manşoanelor pe teren, precum şi pentru determinarea adâncimii de pozare a cablului.

Aparatul fiind portabil, este alimentat din şase baterii de 1,5 V fiecare (9 Vc.c.), deci este absolut independent de restul instalaţiei.

Deoarece receptorul se utilizează în tandem cu generatorul pentru defectoscopie în cabluri, frecvenţele de recepţie ale acestuia sunt cele ale generatorului, respectiv 1030 Hz şi 8970 Hz, iar sensibilitatea este 500 nA/cm; 200 nA/cm; 80 μV în bandă largă.

Receptorul de semnal universal RSU-1 are în componenţă, pe lângă aparatul propriu-zis, un microfon de teren (sondă) şi căşti pentru recepţionarea semnalelor acustice.

Locatorul de defecte în cabluri - LDCL este un aparat utilizat la localizarea rapidă şi economică a defecţiunilor din cabluri electrice. Cu ajutorul acestui aparat se determină zonele în care impedanţa caracteristică a cablului care se verifică a suferit modificări datorate unui defect, a unei deviaţii sau manşoane.

Aparatul se prezintă sub forma unui bloc modul montat în pupitrul de comandă al laboratorului.

Locatorul de defecte în cabluri are următoarele caracteristici:

- distanţa de explorare: 2 m ... 20 km;
- amplitudinea impulsului: 20 V, 50 Ω;
- acurateţea măsurării : 0,5 %;
- moduri de măsurare: direct, comparare, diferenţă, diferenţă cu comparare, lupa pe marker 1, lupa pe marker 2, expandare, mediere;
- viteza de propagare a undei v/2;
- durata de măsură: 12,5, 25, 50, 100, 200, 400 μs;
- interfaţă cu imprimantă şi dischetă 3,5";
- modul de lucru: cu impuls reflectat;
- tensiune de alimentare: 220 V, 50 Hz.

Aparatul poate detecta apariţia unui defect, existenţa unor manşoane sau derivaţii ce se află în reţeaua de cabluri, poate determina lungimea şi impedanţa caracteristică a liniilor, poate compara starea fizică a unui conductor înainte şi după apariţia unei perturbaţii în structura lui, are posibilitatea comparării a două conductoare, precum şi măsurarea diferenţială a două conductoare.

Locatorul de defecte este un aparat robust, montat într-o carcasă tip METROSET, optimizată şi adaptată la spaţiul din pupitru. Aparatul garantează o mare precizie de măsurare şi face posibile măsurători reproductibile. Totodată, se poate lărgi oricare domeniu al ecogramei, fără schimbarea luminozităţii. Cu cele două cursoare pot fi determinate foarte precis punctele din ecogramă care corespund capetelor cablului sau locurilor defecte, permiţând calcularea exactă a distanţei între două puncte. Valorile şi parametrii necesari unei analize optime a ecogramei sunt indicaţi vizibil alfanumeric pe ecran. Ecogramele pot fi memorate în memoria internă a aparatului sau, la alegere, într-o dischetă.

Alimentarea tuturor instalaţiilor şi aparatelor din laborator se face cu tensiunea de 220 V, 50 Hz, prin intermediul unui cablu de 2 x 10 mm^2, foarte flexibil.

Pupitrul de comandă este realizat modulat şi adăposteşte circuitele de comandă, măsură, semnalizare şi protecţie ale laboratorului. Tot în interiorul dulapului pupitrului de comandă este şi autotransformatorul reglabil de 55 A, acţionat automat, prin intermediul căruia sunt alimentate circuitele în care se produce tensiune înaltă. Schema a fost realizată cu interblocaje şi semnalizări, astfel încât fiecare dintre echipamentele sau instalaţiile menţionate să nu funcţioneze decât singur.

Legăturile dintre aparate şi echipamentele ce alcătuiesc schemele de lucru cu tensiune înaltă sunt realizate cu conductoare foarte flexibile, prevăzute la capete cu mufe şi terminale speciale, înfăşurate pe tambure, având lungimi de 50 m fiecare.

Laboratorul mobil pentru încercări şi defectoscopie cabluri acoperă tot necesarul de probe ce se execută asupra cablurilor de energie ce au tensiuni nominale până la 20 kV inclusiv. Laboratorul este un echipament complex, modern, ce oferă o serie de facilităţi operatorului, adaptându-se la toate situaţiile ce pot apărea la lucrul pe teren. De aceea, laboratorul poate fi procurat de toate FRE-urile din ţară, acesta fiind mult mai ieftin decât laboratoarele similare din străinătate, având însă aceiaşi parametri.

Referent: ing. Vasile Rugină - ICEMENERG

(Primit la 22 iunie1995, acceptat la 25 octombrie 1995)

MANAGEMENTUL SISTEMELOR INTEGRATE: LUMINĂ NATURALĂ - LUMINĂ ARTIFICIALĂ

ing. CORNEL RADU; as. ing. ADRIANA GEORGESCU *

Lucrarea tratează aspectul economiei de energie în cadrul sistemelor de iluminat integrate: lumină naturală şi artificială.

Simularea s-a realizat cu programul de calcul LIGHTMATIC, prin care se determină numărul şi poziţia corpurilor de iluminat ce trebuie puse în funcţiune atunci când contribuţia luminii naturale la interior nu este suficientă, în scopul asigurării nivelului de iluminare în planul util.

The paper deals with the energy saving related to integrated lighting systems: daylight - artificial light.

The simulation was conducted by using the LIGHTMATIC computation programme by which the number and the position of luminaires to be switched on, are determined, if the daylight indoors is not sufficient, with the view to provide the required lighting level.

Descriptori: iluminat electric, sisteme integrate lumină naturală - lumină artificială

1. Introducere

Economia de energie constituie o problemă majoră în cadrul sistemelor de iluminat destinate clădirilor social - administrative.

Sistemele integrate de iluminat natural şi artificial oferă posibilitatea utilizării armonioase şi echilibrate a luminii. Astfel, lumina naturală poate fi judicios completată cu lumina artificială, în scopul asigurării uniformităţii nivelului de iluminare în planul util şi al realizării unei economii importante de energie [1].

2. Sistemele de iluminat integrate

Sistemele de iluminat integrate au două componente, şi anume: sistemul de iluminat natural şi sistemul de iluminat artificial.

2.1. Sistemul de iluminat natural

Nivelul de iluminare asigurat de lumina naturală pe orice suprafaţă exterioară, variază în fiecare moment în funcţie de : latitudine, sezon, zi, oră etc., fiind foarte greu de controlat. Ca urmare, nivelul de iluminare în interiorul clădirilor va varia şi el în funcţie de:

- luminanţa bolţii cereşti la diferite momente ale zilei (dimineaţa, amiaza şi după-amiaza);
- orientarea clădirii; ce implică admisia razelor solare directe la interior;
- condiţiile atmosferice (cer senin, cer parţial sau total acoperit).

Cele două componente ale iluminării asigurate de lumina naturală sunt: iluminare dată de bolta cerească şi iluminare dată de razele solare directe.

Nivelul iluminării exterioare variază de la valori de câteva mii la lucşi până la valori de zeci de mii de lucşi asigurate de cerul acoperit, respectiv cerul senin. De exemplu, pe o suprafaţă verticală la nivelul solului, cu orientarea est/vest şi respectiv sud, situată la o latitudine de 40°, la data de 30 iunie, iluminarea este de 95000 lx şi respectiv de 45000 lx [4].

Razele solare, prin acţiunea lor directă şi indirectă asupra sarcinii vizuale, provoacă orbirea fiziologică. Metoda cea mai frecvent utilizată pentru reducerea orbirii fiziologice, constă în diminuarea luminanţei ferestrei. Ea se realizează prin folosirea unor elemente de protecţie: jaluzele, draperii, elemente decorative ale construcţiei la exterior etc. Acestea au, în acelaşi timp, şi rolul de a asigura o emitanţă constantă ferestrei, ipoteză simplificatoare pe care s-a bazat studiul de faţă.

2.2. Sistemul de iluminat artificial

Pentru o încăpere/clădire, sistemul de iluminat artificial este conceput pentru un nivel normat al iluminării, în condiţii de seară/noapte (fără contribuţia luminii naturale).

* Catedra de luminotehnică, Facultatea de Instalaţii, Bucureşti

Sistemul de iluminat artificial prezintă avantajul că permite o variaţie a nivelului de iluminare în modul dorit, acţionându-se asupra:

- caracteristicilor luminotehnice ale corpurilor de iluminat, sau
- numărului de corpuri de iluminat în funcţiune.

Gama diversificată de corpuri de iluminat şi posibilităţile multiple de amplasare a acestora permit realizarea unui ambient luminos interior în funcţie de destinaţia încăperii: iluminat decorativ, iluminat arhitectural, iluminat de accentuare etc.

3. Controlul sistemelor integrate

Controlul sistemelor integrate de iluminat natural şi iluminat artificial se poate face manual, prin acţionarea unui anumit număr de corpuri de iluminat, sau automat.

Sistemele automate de control pot fi de tipul:

- ON/OFF care realizează punerea sau scoaterea din funcţiune a sistemelor de iluminat artificiale în totalitate, atunci când lumina naturală nu poate/poate să asigure un nivel de iluminare conform condiţiilor necesare la interior - $E_{nominală}$);
- *în trepte,* care permite folosirea în mod firesc atât a luminii naturale, cât şi a celei artificiale, punând parţial în funcţiune corpurile de iluminat;
- *cu variator de tensiune,* care acţionează în sensul modificării parametrilor luminotehnici ai tuturor corpurilor de iluminat, reducând "lumina artificială" proporţional cu creşterea celei de zi.

O aplicaţie a sistemelor manuale şi automate o constituie dispozitivul "*Luxmate Daylight*", realizat de firma Zumtobel. Acesta se foloseşte la sistemele de iluminat la care corpurile de iluminat sunt amplasate în şiruri luminoase. Acţionarea se face asupra şirului/şirurilor de corpuri de iluminat la o iluminare prestabilită de operator. Amplasarea celulelor fotoelectrice se realizează deasupra planului util, în planul corpurilor de iluminat. Dar, prin punerea în funcţiune a întregului şir de corpuri de iluminat sistemul nu oferă o uniformitate a iluminării în planul util [3].

4. LIGHTMATIC

Programul de calcul LIGHTMATIC a fost realizat în scopul determinării *soluţiei optime* ce asigură nivelul iluminării normate în planul util, şi anume: determinarea numărului minim de corpuri de iluminat în funcţiune ce suplimentează iluminatul natural şi poziţia acestora. Calculul se realizează printr-un număr minim de iteraţii. Astfel se poate obţine o economie de energie maximă.

Prin program se simulează aprinderea corpurilor de iluminat, unul câte unul, până în momentul în care în orice punct al încăperii se realizează nivelul de iluminare normat. Simularea punerii în funcţiune a corpurilor de iluminat se va face în punctul în care valoarea iluminării din planul util este minimă. În cazul în care din calcul reiese necesitatea punerii în funcţiune a unui corp de iluminat ce este deja aprins, este necesară simularea punerii în funcţiune a corpului de iluminat adiacent, cel mai apropiat de punctul de iluminare minimă.

Schema logică a programului poate fi urmărită în figura 1.

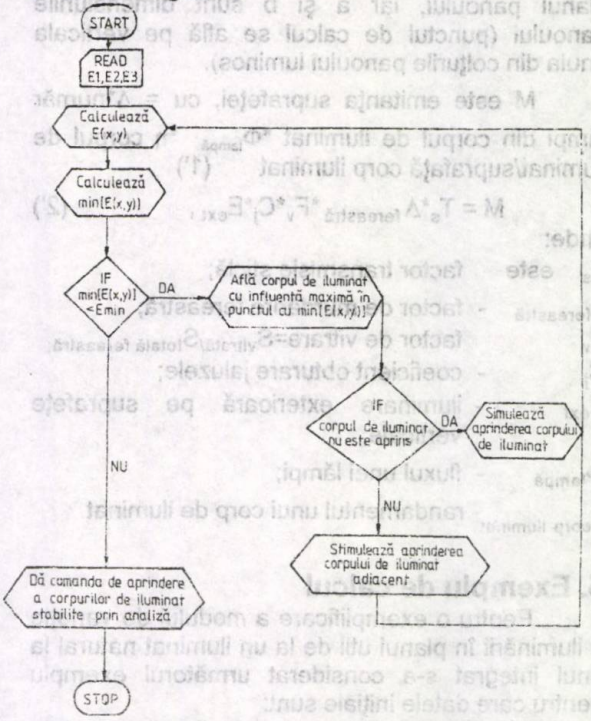


Fig. 1. Schema logică a programului LIGHTMATIC.

Geometria şi orientarea încăperii, amplasarea corpurilor de iluminat, se pot observa în figura 2.

Planul util a fost considerat la 0,85 m faţă de pardoseală.

Celulele fotoelectrice sunt amplasate în exterior, pe fiecare din cei doi pereţi ce conţin ferestrele.

Atât corpurile de iluminat, cât şi ferestrele au fost considerate suprafeţe luminoase paralele şi respectiv perpendiculare pe planul util, de emitanţă constantă. În acest caz, formula de calcul utilizată a fost:

$$E = e\,M\text{, unde:}$$

e este coeficientul de iluminare pentru suprafeţe luminoase (1) şi respectiv (2) şi reprezintă coeficientul de iluminare pentru suprafeţe luminoase paralele şi respectiv perpendiculare pe planul util [2];

$$e = \frac{1}{2\pi}\left[\frac{Z_1}{\sqrt{1+Z_1^2}}\operatorname{arctg}\frac{Z_2}{\sqrt{1+Z_1^2}} + \frac{Z_2}{\sqrt{1+Z_2^2}}\operatorname{arctg}\frac{Z_1}{\sqrt{1+Z_2^2}}\right] \quad (1)$$

$$e = \frac{1}{2\pi}\left[arctgZ_2 - \frac{1}{\sqrt{1+Z_1^2}} arctg \frac{Z_2}{\sqrt{1+Z_1^2}} \right] \quad (2)$$

În relaţiile de mai sus Z_1 = a/h, Z_2 = b/h, unde h este distanţa de la punctul de calcul la planul panoului, iar a şi b sunt dimensiunile panoului (punctul de calcul se află pe verticala unuia din colţurile panoului luminos).

M este emitanţa suprafeţei, cu = Δ*număr lămpi din corpul de iluminat *$\Phi_{lampă}$ *η corpul de iluminat/suprafaţă corp iluminat (1')

$$M = T_s * \Delta_{fereastră} * F_v * C_j * E_{ext}, \quad (2')$$

unde:

T_s este factor transmisie sticlă;

$\Delta_{fereastră}$ - factor de murdărire fereastră;

F_v factor de vitrare=$S_{vitrată}/S_{totală\ fereastră}$;

C_j - coeficient obturare jaluzele;

E_{ext} - iluminare exterioară pe suprafeţe verticale;

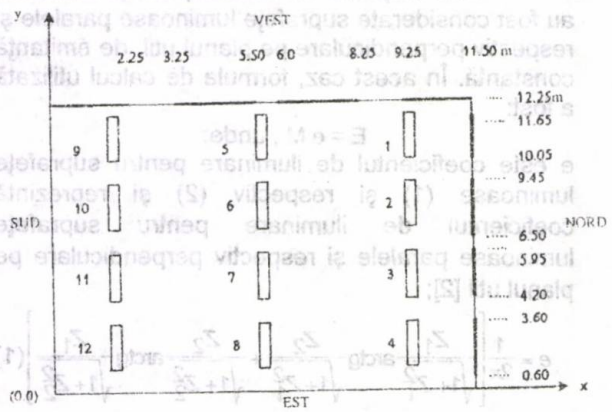
$\Phi_{lampă}$ - fluxul unei lămpi;

$\eta_{corp\ iluminat}$ - randamentul unui corp de iluminat.

5. Exemplu de calcul

Pentru o exemplificare a modului de variaţie a iluminării în planul util de la un iluminat natural la unul integrat s-a considerat următorul exemplu pentru care datele iniţiale sunt:

- geometria şi orientarea încăperii sunt date în figura 2;
- iluminarea exterioară s-a determinat din curbele izolux [4] în funcţie de: latitudine, oră, lună, orientare, T_S - timpul solar, ambient climatic temperat, mediu urban cu coeficient de poluare 0,10 (luna ianuarie, ziua 15, ora 9.00 pentru care timpul solar este identic cu cel oficial, orientare vest (12 klx), orientare nord (10klx) şi latitudine nordică 40^0).



L =12,50 m ; l = 11,50 m; H = 4,00 m

Fig.2.

Astfel, analiza făcută de programul de calcul indică punerea în funcţiune a corpurilor de iluminat numerele: 4,6,7,8,10,11,12, care vor suplimenta iluminatul natural din acest exemplu (fig. 3).

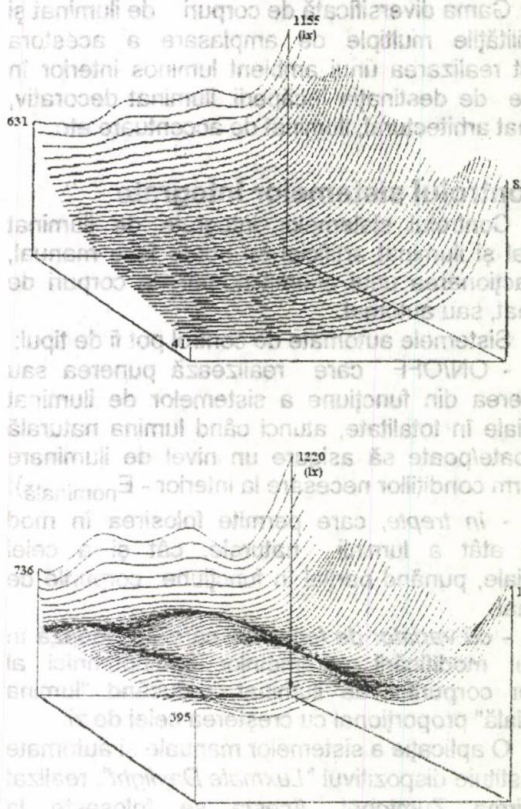


Fig. 3. Reprezentarea tridimensională a variaţiei iluminării în planul util dată de: a - numai iluminat natural; b - iluminat integrat (corpurile de iluminat în funcţiune sunt: 4, 6, 7, 8, 10, 11, 12, conform soluţiei obţinute).

Concluzii

În cazul programului corpurile de iluminat pot fi puse în funcţiune individual, ceea ce constituie o variantă de sectorizare a instalaţiei de iluminat îmbunătăţită, cu o economie de energie maximă.

LIGHTMATIC poate constitui o componentă a unui sistem de control automat ce va gestiona energia în cazul sistemelor integrate de iluminat interior (lumină naturală - lumină artificială). Analiza făcută de calculator poate fi permanentă sau periodică, la un timp prestabilit de operator.

BIBLIOGRAFIE

[1] Bianchi, C. *Luminotehnica*, Editura Tehnică, 1990.

[2] Centea, O., Mira, N. *Nomograme cu puncte aliniate pentru calculul componentei directe a iluminării determinate de panouri*

luminoase de formă dreptunghiulară. In: Energetica nr.12/1972.
[3] Zumtobel - *Gestion de l'eclairage*, Luxmate Daylight.
[4] Dogniaux *Disponibilité de l'eclairement lumineux naturel.* Institut Royal Meteorologique de Belgique, 1978.

Referent: ing. Mihaela Guşă - ICEMENERG
(Primit la 9 octombrie 1995, acceptat la 27 octombrie 1995)

Comentarii

Nota redacţiei. Lucrarea de mai sus este de importanţă pentru viitorul tehnicii iluminatului electric, care trebuie să se bazeze pe "conservarea energiei" prin optimizarea funcţionării instalaţiilor, asigurându-se satisfacţia şi confortul maxim al utilizatorilor.

Sugerăm potenţialilor autori ca în continuare să examineze şi tehnologiile aplicabile pentru variaţia fluxului luminos, folosindu-se lămpile cu descărcări în gaze şi dispozitivele electronice de variaţie a frecvenţei.

Desigur, articolul de mai sus îşi propune să rezolve teoretic problema combinării iluminatului natural cu cel artificial. Urmează ca tehnologiile să concretizeze aplicaţiile necesare.

Ing. Mihaela Guşă - ICEMENERG . Lucrarea "*Managementul sistemelor integrate: lumină naturală - lumină artificială*" se înscrie în contextul general al managementului energiei, care se doreşte introdus în toate sectoarele de consum.

Este prezentată o metodă originală ce poate fi aplicată iluminatului interior, în scopul economisirii energiei electrice, în condiţiile menţinerii unui nivel corespunzător de iluminare pe planul util.

Oportunitatea ideii se justifică prin evidenţa faptului că, într-o încăpere, iluminatul natural descreşte pe măsură ce ne îndepărtăm de ferestre, fiind, de asemenea, o funcţie de momentul zilei, anotimp, poziţia geografică şi orientarea încăperii.

Cunoaşterea, în orice punct al planului util, a nivelului de iluminare, şi comanda aprinderii corpului de iluminat cu influenţă maximă în acel punct constituie o soluţie ingenioasă de realizare a unui nivel minim impus de iluminare, prin completarea iluminatului natural cu cel artificial şi cu consum redus de energie.

Programul de calcul pus la punct de autori permite verificarea nivelului de iluminare în orice punct şi, de asemenea, comanda sistemului de iluminat în mod adecvat.

Deşi experimentarea funcţionării acestui sistem integrat: iluminat natural - iluminat atrificial nu a fost realizată până în prezent, s-ar impune un calcul al energiei electrice economisite prin această metodă, pe un exemplu concret, şi, de asemenea, un calcul tehnico-economic în scopul evidenţierii oportunităţii efortului investiţional de aplicare a acestei soluţii pe scară largă.

Considerăm elaborarea acestui program de calcul ca un prim pas în punerea la punct a acestei metode şi nu ne îndoim de bunele rezultate ce vor fi obţinute în continuare de autori şi cu care sperăm să fim ţinuţi la curent.

Din energetica mondială

ARGENTINA

Congresul Argentinian a iniţiat dezbaterea propunerii Ministerului Economiei de a privatiza centralele nucleare, împreună cu noul proiect al CHEYACRETA, de pe râul Parana. Împotriva proiectului se pronunţă CNEA (Comisia pentru Energie Nucleară a Argentinei). Guvernul a luat, totuşi, primele măsuri în direcţia privatizării instalaţiilor nucleare, creând compania denumită Nucleoelectrica SA, pentru a-i concesiona exploatarea unităţilor. O altă companie nou creată, Atomica SA, provenită din CNEA, va răspunde pentru instalaţiile de apă grea, ciclul combustibilului, depozitarea reziduurilor nucleare şi cercetare-dezvoltare. Guvernul îşi propune să vândă 60 % din cota capitalului "Nucleoelectricii" sectorului privat şi speră să atragă în acest scop capital internaţional. Potrivit surselor guvernamentale, se menţionează că doi investitori importanţi şi-au manifestat deja interesul.

BULGARIA

Costurile producerii energiei electrice sunt în creştere.

Costurile de producere a electricităţii au depăşit măsura, după cum relatează Compania Naţională Bulgară de Electricitate. Cu toate acestea, guvernul demisionar a refuzat schimbarea preţului energiei, ceea ce provoacă mari dificultăţi companiei. Aceasta nu va mai avea posibilitatea să-şi asigure plata creditorilor. Bulgaria a semnat un acord cu FMI pentru finanţarea unor proiecte în sectorul energiei. Refuzând să revizuiască preţul energiei, ajută firmele utilizatoare să poată restitui cu promptitudine împrumuturile externe. Se estimează că pierderile legate de noile costuri ale energiei depăşesc 70 mil. $, iar creşterea inflaţiei va afecta serios costurile reparaţiilor în reţeaua naţională.

CONTRIBUŢII LA CREŞTEREA OBSERVABILITĂŢII REŢELELOR AERIENE DE MEDIE TENSIUNE

conf.dr.ing. MIRCEA GUŞĂ; şef lucr.ing. MIHAI ISTRATE; conf.dr.ing. CONSTANTIN ASAFTEI

prof.dr.ing. NICOLAE GAVRILAŞ *

Lucrarea cuprinde câteva contribuţii ale autorilor în direcţia îmbunătăţirii exploatării reţelelor de distribuţie aeriene. Din cauza lipsei informaţiilor cu privire la localizarea defectelor în aceste reţele, durata şi frecvenţa întreruperilor consumatorilor pot fi mai mari, îndeosebi în reţelele având neutrul tratat prin rezistor.

Se prezintă o variantă perfecţionată de clapetă pentru semnalizarea locală a defectelor. O mai mare utilitate ar avea cunoaşterea locului unde s-a produs un defect de către operatorul dintr-o cameră de comandă. Autorii au realizat două sisteme de semnalizare centralizată, care folosesc pentru transmiterea informaţiilor conductoarele liniilor pe care sunt instalate, în lipsa tensiunii de serviciu. Unul dintre aceste sisteme îndeplineşte simultan şi funcţia de comandă a autodeclanşării separatoarelor de sarcină în curs de introducere în aceste reţele.

The paper is aimed at improving the overhead distribution networks operation. Due to the lack of information on networks fault location, the consumers' intrerruption can be longer and more frequent especially in case of networks with resistor treated neutral.

An advanced shutter variant for focal fault signallig, is presented herein. Better would be for the operator in the control room to know the place where a fault occurred.

The authors of the paper finilized two centralized signalling systems that use the conductors of the line where they are installed, for the data transmission. One of these systems fulfills simultaneously the control function of the load separating switch selfrelease ongoing to be implemented in these networks.

Descriptori: reţele electrice de medie tensiune, linii electrice aeriene, observabilitate

Introducere

Reţelele de distribuţie a energiei electrice la medie tensiune se bucură de tot mai multă atenţie din partea furnizorului de energie, atât în numeroase ţări dezvoltate din Europa, cât şi în România. Datorită importanţei lor, preponderent locală, şi lungimii însumate mari a liniilor, aceste reţele au fost proiectate foarte economic, astfel încât nu pot asigura indici de performanţă comparabili pe plan european. Politica de marketing a furnizorului va impune asigurarea unor servicii de calitate tot mai bună, mai ales în legătură cu frecvenţa şi durata întreruperilor în alimentarea cu energie, ceea ce necesită reconsiderarea structurii reţelelor şi a echipamentului folosit.

Conceptul de observabilitate, preluat din teoria generală a sistemelor, permite caracterizarea volumului şi calităţii informaţiilor despre starea reţelei şi a evenimentelor care survin în exploatare şi a căror disponibilitate, în situaţiile de avarie care duc la deconectarea consumatorilor, este esenţială pentru limitarea numărului de consumatori afectaţi, precum şi a duratei întreruperilor.

În raport cu reţelele de transport de înaltă tensiune, reţelele de distribuţie au un grad de observabilitate mai redus, în principal datorită dotării minime cu echipamente de comutaţie prevăzute cu mijloace de măsură şi protecţie. Atât distribuitorii urbani, cât mai ales liniile aeriene din zonele rurale, având numeroase derivaţii simple sau complexe, au un singur întrerupător automat prevăzut cu protecţiile cele mai simple.

* Facultatea de Electrotehnică, Universitatea Tehnică "Gh.Asachi" Iaşi

În această situaţie, informaţiile referitoare la producerea defectelor sunt limitate la tipul defectului şi linia pe care s-a produs; lipsind precizarea locului de defect ca şi posibilitatea deconectării minime necesare separării acestuia, toţi consumatorii racordaţi la linia respectivă vor fi afectaţi.

Frecvenţa acestor deconectări este strâns influenţată de modul de tratare a neutrului reţelei. În principiu, tratarea cu bobină de stingere permite, mai ales în reţelele aeriene, eliminarea defectelor monofazate trecătoare sau funcţionarea cu defect pentru o perioadă limitată. Totuşi, pericolul unor supratensiuni periculoase datorate arcului electric intermitent, face ca durata admisă a regimului de defect monofazat să fie redusă. Şi în acest caz se simte o lipsă de informaţii cu privire la locul defectului, întrucât, cel putin în majoritatea reţelelor din ţară, identificarea liniei cu defect într-o astfel de reţea nu se poate face altfel decât prin deconectări succesive.

Trecerea, atât în reţelele subterane, cât şi în acelea aeriene de distribuţie, la tratarea neutrului prin rezistor duce la mărirea numărului de întreruperi datorate defectelor monofazate, chiar dacă RAR poate elimina o parte dintre acestea. Deconectările care urmează scurtcircuitelor pot fi de lungă durată în reţelele de distribuţie, datorită modului de separare a defectelor, care constă în deschiderea succesivă a separatoarelor cu acţionare manuală, fără a se cunoaşte din start care separator trebuie deschis pentru a putea reconecta linia.

Necesitatea îmbunătăţirii acestei situaţii a stimulat eforturi de cercetare îndreptate mai întâi în direcţia măririi observabilităţii reţelelor, pentru localizarea defectelor, cât şi în direcţia măririi controlabilităţii acestora, dacă sunt prevăzute echipamentele de comutaţie necesare. Rezultatele nu au întârziat să apară în numeroase ţări dezvoltate [1,2,3,4] . În România s-au obţinut o serie de realizări în privinţa semnalizării defectelor [5,6]. Ulterior, s-a iniţiat un program de cercetare pentru introducerea unor noi echipamente de comutaţie, fie automate şi observabile din staţie, fie telecomandate şi observate din staţie.

Autorii s-au ocupat mai ales de problemele de semnalizare locală şi la distanţă a apariţiei defectelor în reţelele aeriene de distribuţie. Unele dintre rezultatele obţinute sunt prezentate în continuare.

1. Semnalizarea locală a producerii scurtcircuitelor

O primă etapă în direcţia măririi cantităţii de informaţii cu privire la poziţia defectelor o constituie semnalizarea locală cu ajutorul unor dispozitive montate, de regulă, în vecinătatea imediată (amonte sau aval) a separatoarelor din reţea. Utilitatea acestor dispozitive constă în "marcarea" traseului curentului de defect, ceea ce permite personalului de exploatare să evite încercările succesive de deschidere a separatoarelor din reţea şi de închidere a întrerupătorului din staţie pe scurtcircuit până la deschiderea separatorului care elimină sectorul cu defect. În acest mod se menajează întrerupătorul, se evită regimurile tranzitorii care însoţesc conectările şi deconectările scurtcircuitului şi se poate scurta durata întreruperilor în alimentarea consumatorilor.

Funcţiunile principale ale dispozitivelor de semnalizare locală sunt:

- sesizarea regimului de defect,
- semnalizarea producerii defectului,
- sesizarea repunerii liniei sub tensiune,
- anularea semnalizării în vederea pregătirii pentru o nouă funcţionare.

Modul de realizare practică a fiecăreia dintre aceste funcţiuni poate fi diferit; rezultă de aici numeroase variante constructive [7].

O problemă specifică acestui tip de dispozitiv este asigurarea energiei necesare funcţionării. Ţinând seama de faptul că locul de montare este pe linii aeriene, fără posibilitatea racordării la reţeaua de joasă tensiune, rămân posibile două soluţii:

- alimentare de la surse electrochimice;
- alimentare directă de la linia de medie tensiune.

Primul procedeu permite simplificări constructive, dar implică costul şi înlocuirea periodică a bateriilor. Al doilea procedeu impune soluţii constructive cu consum redus de energie şi folosirea unui mijloc cât mai simplu de preluare a energiei de la linie.

În figura 1 este prezentată schema electrică şi cinematică a unui dispozitiv de semnalizare, autonom energetic, realizat de către autori [8]. Funcţia de sesizare a curentului de scurtcircuit este realizată de către electromagnetul **1** prin fereastra căruia trece conductorul LEA şi care, în cazul depăşirii unei anumite valori a curentului prin conductor, atrage armătura mobilă **3**, ridicând clichetul **4**. Funcţia de semnalizare este realizată de către plăcuţa mobilă **5,** care, prin ridicarea clichetului, este lăsată liberă şi cade ocupând poziţia orizontală, din care este vizibilă de la sol.

Funcţia de sesizare a repunerii liniei sub tensiune este realizată de către blocul de acumulare a energiei **7**, care foloseşte curentul

capacitiv care circulă între electrodul **9** (carcasa dispozitivului) şi pământ. La atingerea tensiunii de amorsare a eclatorului **10**, se pune sub tensiune bobina releului **6**, a cărui armătură mobilă aruncă plăcuţa de semnalizare în poziţia verticală în care este menţinută de clichet. În această situaţie contactul **11** se închide scurtcircuitând blocul de acumulare, prin aceasta reducându-se solicitarea condensatoarelor din blocul de acumulare.

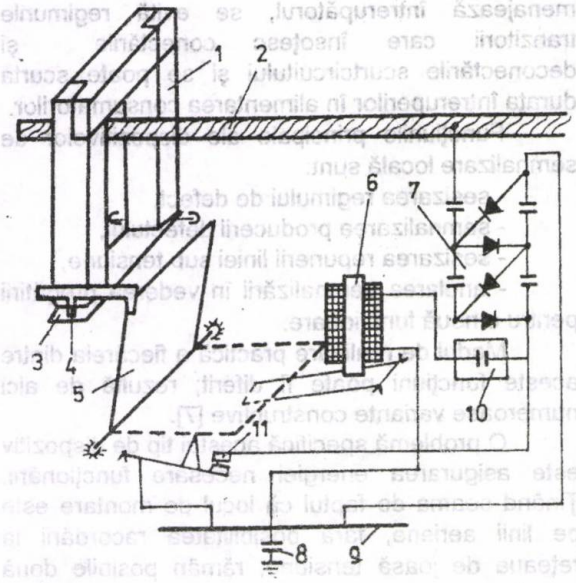


Fig.1. Schema electrică şi cinematică a clapetei de semnalizare locală.

Performanţele realizate se referă la mărimea curentului de pornire a semnalizării, care poate fi coborâtă până la 40-50 A şi la durata de revenire după repunerea liniei sub tensiune, care a putut fi adusă la 15-20 s.

2. Semnalizarea centralizată a producerii scurtcircuitelor

Informaţiile privitoare la producerea defectelor în reţele pot fi mult mai bine valorificate dacă sunt cunoscute imediat la punctul de comandă operativă (camera de comandă a staţiei de transformare sau de la dispecer). Astfel, prin cunoaşterea locului în care s-a produs defectul, intervenţia personalului de exploatare poate fi mai rapidă, ceea ce poate reduce substanţial durata intervenţiei.

Concentrarea informaţiilor provenite din locuri aflate la distanţe mari, de ordinul mai multor kilometri, de punctul de recepţie este o problemă dificilă, mai ales în ceea ce priveşte modul de realizare practică. În principiu sunt necesare dispozitive emiţătoare a informaţiei cu privire la producerea defectelor, instalate în reţea şi puse în funcţiune de apariţia curentului de defect. În punctul central de colectare a informaţiilor se prevede un dispozitiv receptor, care permite identificarea emiţătorului. În cazul în care pe traseul curentului de defect sunt instalate mai multe asemenea emiţătoare, receptorul poate indica fie emiţătorul cel mai apropiat de locul de defect, fie toate emiţătoarele care au funcţionat.

Una dintre soluţiile de realizare a circulaţiei informaţiilor este legătura radio. Deşi avantajul căii de comunicaţie independentă de linia aeriană este important, totuşi dificultăţile de propagare, mai ales în zone cu relief muntos sau deluros, impun fie putere mai mare la emisie, fie utilizarea unor relee de retransmisie. Puterea mare impune o sursă de energie de capacitate adecvată, astfel că numai bateriile electrochimice pot fi luate în considerare. Din alt punct de vedere, integritatea acestor emiţătoare este greu de menţinut.

Autorii au conceput, realizat şi experimentat o soluţie originală de semnalizare centralizată [9]. Căutând să elimine dezavantajele soluţiei radio, s-a ales drept cale de transmisie a informaţiei însăşi linia electrică supravegheată. În locurile prevăzute cu separatoare se instalează dispozitive emiţătoare, care funcţionează folosind energie acumulată în condensatoare, preluată de la linie ca în cazul clapetelor de semnalizare. Aceste emiţătoare, aflate la potenţialul conductorului, generează un grup de două impulsuri separate printr-un interval de timp specific fiecărui emiţător şi care constituie criteriul de identificare a emiţătorului care a funcţionat.

În figura 2, *a* este prezentată o schemă de principiu simplificată a dispozitivului emiţător, care asigură formarea grupului de două impulsuri ale semnalului codificat. Se foloseşte un transformator de impuls **TI** pe a cărui înfăşurare primară se descarcă, pe rând, condensatoarele C_1 şi C_2 încărcate în timpul funcţionării liniei în regim normal, curentul închizându-se prin capacitatea C_p, parazită, a carsasei emiţătorului faţă de pământ. Descărcarea condensatoarelor este permisă de către tiristoarele **Th1** şi **Th2**, comandate de blocul **BC** excitat de către curentul de defect prin intermediul unui contact Reed. Alimentarea blocului de comandă este asigurată de la un condensator de joasă tensiune şi mare capacitate, încărcat cu energie preluată capacitiv de la linie.

Pentru exemplul de instalare a emiţătoarelor într-o reţea ca în figura 2,*b*, forma semnalelor emise este aceea din figura 2,*c*.

Funcţionarea sistemului de semnalizare are loc cu linia scoasă de sub tensiune, în cazul producerii unui defect permanent, neeliminat prin RAR. Receptorul din staţia de transformare indică emiţătoarele care au funcţionat, operatorul putând localiza defectul în aval de separatorul cel mai îndepărtat de la care s-a primit semnal.

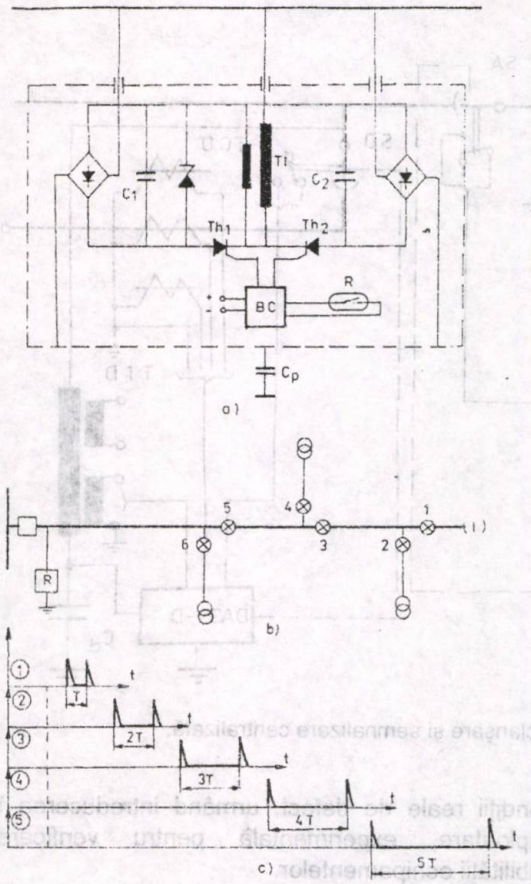


Fig.2. Sistem de semnalizare centralizată a defectelor: a - schema de principiu a emiţătorului; b - amplasarea emiţătoarelor în reţea; c - semnalele transmise de la emiţătoare.

Prototipurile componentelor de bază ale acestui sistem au fost realizate şi testate într-o reţea de 20 kV, obţinându-se recepţia şi interpretarea corectă a semnalelor emise de la o distanţă de circa 20 km.

3. Semnalizarea centralizată a defectelor în reţele cu separatoare cu deschidere automată

Actualul mod de dotare cu echipament de comutaţie al liniilor electrice aeriene de medie tensiune se dovedeşte neconvenabil mai ales în cazul tratării neutrului cu rezistor, datorită numărului mare de deconectări suportate de toţi consumatorii. Înlocuirea separatoarelor manuale cu întrerupătoare automate fiind prea costisitoare, se poate recurge la folosirea unor variante mai simple. Un exemplu îl constituie separatoarele prevăzute cu dispozitiv de deschidere automată, dar cu închidere manuală. Deschiderea acestora, ca urmare a producerii unui defect, este permisă numai în lipsa tensiunii pe linie. Dacă această deschidere are loc în pauza a doua a ciclului RAR separând sectorul cu defect, reconectarea care urmează va avea succes.

Una dintre posibilităţile de utilizare a separatoarelor de sarcină este instalarea pe derivaţiile liniei a unor asemenea separatoare prevăzute cu dispozitiv de autodeclanşare, iar pe axul liniei a unor separatoare telecomandate prin radio. În acest fel, în staţie nu se primesc informaţii decât de la separatoarele de pe ax, iar comanda manuală a deschiderii acestora împiedică deconectarea lor ca urmare a producerii unui scurtcircuit pe o derivaţie.

Considerând comanda manuală ca un dezavantaj, altul fiind lipsa informaţiilor despre deschiderea separatoarelor de pe derivaţii, autorii au elaborat un sistem de autodeclanşare atât a separatoarelor de pe axul liniei, cât şi de pe derivaţii, care să includă şi funcţia de semnalizare centralizată a funcţionării acestora. Acest sistem este prevăzut cu asigurarea împotriva deschiderii mai multor separatoare aflate pe traseul curentului de defect şi cu posibilitatea de deschidere a următorului separator din amonte în caz de refuz în funcţionare a separatorului celui mai apropiat de defect. Aceste facilităţi se pot realiza folosind informaţiile furnizate de către emiţătoarele instalate la fiecare separator din reţea.

Modul de formare a semnalelor purtătoare de informaţie este diferit faţă de cazul sistemului de semnalizare precedent şi constă în transmiterea unui semnal de joasă frecvenţă prin înfăşurarea de înaltă tensiune a unui transformator de tensiune. Această soluţie a fost aleasă deoarece asemenea transformatoare de tensiune erau prevăzute pentru alimentarea cu energie a dispozitivelor auxiliare ale separatoarelor. Mai mult, folosirea unui semnal de joasă frecvenţă permite o reducere importantă a puterii necesare pentru emisie, eliminând consumul datorat capacităţii liniei faţă de pământ.

În figura 3 se prezintă schema de principiu a unui asemenea sistem de semnalizare, cuprinzând echipamentul aferent unui separator de derivaţie şi unui separator de ax.

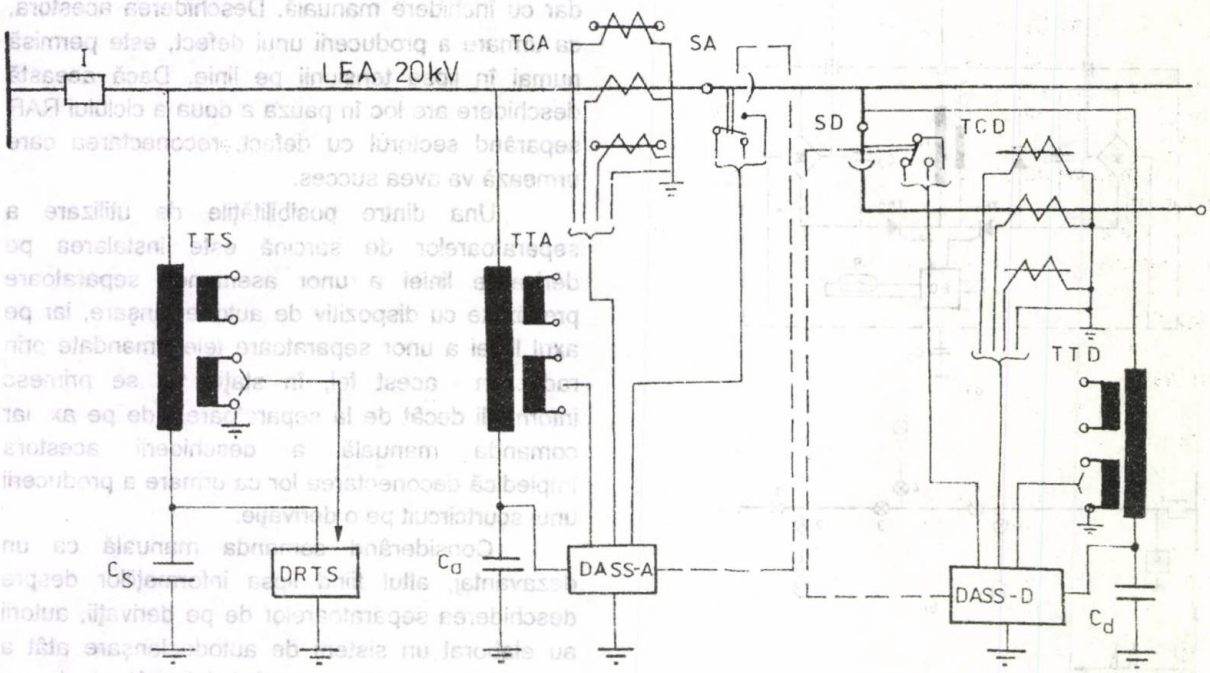


Fig.3. Schema de principiu a sistemului de autodeclanşare şi semnalizare centralizată.

Dispozitivele electronice de autodeclanşare selectivă şi semnalizare (DASS), ataşate separatoarelor, au următoarele funcţiuni:

- sesizarea regimului de defect;
- comanda declanşării separatorului deservit în a doua pauză a ciclului RAR, la un moment specific fiecărui separator;
- emisia semnalului care atestă funcţionarea separatorului, imediat după deschiderea sa, semnal care blochează deschiderea celorlalte separatoare de pe traseul curentului de defect.

Dispozitivul de recepţie şi testare (DRTS) instalat în staţia de transformare, realizează funcţiunile:

- recepţia şi interpretarea semnalelor provenite de la separatoarele din reţea, punând la dispoziţia operatorului informaţii vizuale cu privire la această stare;
- verificarea, la comanda operatorului, a stării în care se află separatoarele din reţea, prin emiterea unui semnal de testare şi recepţionarea şi interpretarea răspunsurilor primite de la separatoare.

Componentele acestui sistem au fost realizate şi testate într-o reţea aeriană de 20 kV, în condiţii reale de defect, urmând introducerea în exploatare, experimentală pentru verificarea fiabilităţii echipamentelor.

Concluzii

Actuala stare a reţelelor aeriene de medie tensiune poate fi caracterizată printr-o observabilitate redusă în privinţa cunoaşterii locului în care se produc defectele de tip scurtcircuit. Acest dezavantaj este mai important în cazul reţelelor cu neutrul tratat cu rezistor. Ameliorarea observabilităţii aduce importante avantaje personalului de exploatare,precum şi consumatorilor.

Dispozitivele de semnalizare locală permit evitarea manevrelor repetate cu întrerupătoarele automate din staţii. Se prezintă un asemenea dispozitiv autonom energetic, situat la potenţialul conductoarelor.

Sistemele de semnalizare centralizată a producerii defectelor realizează informarea asupra acestor evenimente la punctul de comandă

operativă. Sunt prezentate două sisteme, de asemenea autonome energetic, care folosesc, pentru transmisia informaţiilor, conductoarele liniei. Unul dintre aceste sisteme este destinat şi autodeclanşării selective a separatoarelor prevăzute cu mecanism de deschidere.

Aceste realizări au fost experimentate în condiţii reale, fiind aplicate sau în curs de implementare în reţele.

BIBLIOGRAFIE

[1] Laturnus, G. *Politique d'EdF en matiere de qualite de fourniture dans le domaine rural.* In: RGE, 1991,nr.1.

[2] Hoeffelman, J., Janvier, M., Nicolas, A., Leonard, D.- *Transmission de signalisation et detecteurs de defauts sur le reseau MT.* CIRED, 1991, Liege.

[3 Muench, Fr. *Fault indicators: types, strengths and applications.* In: IEEE Transactions an PAS, vol.103, 1984, nr.12.

[4] Horstmann, H. *Kurzschlussanzeiger.* In: ETZ, 1990, nr.15.

[5] Rotariu, S. *Clapetă de semnalizare.* Brevet RO-92817/1987.

[6] Hristea, V.*Dispozitiv de semnalizare a curentului de scurtcircuit pentru reţele electrice aeriene de 20 kV, DSL-1.* In: Bul. Informativ MEE-CIRE, 1989, nr.16.

[7] Guşă, M., Gavrilaş N., Asaftei C., Istrate M. *Contribuţii privind semnalizarea locală a scurtcircuitelor în reţele electrice aeriene de medie tensiune.* In: Energetica, 1990, nr.10-12.

[8] Asaftei, C., Guşă, M., Gavrilaş, N. *Dispozitiv pentru semnalizarea scurtcircuitelor în reţele aeriene de medie tensiune.* Brevet RO 99564/1989.

[9] Istrate, M., Guşa, M., Asaftei, C., Gavrilaî, N. *Metodă şi dispozitiv emiţător pentru stabilirea zonei cu defect în reţele electrice de medie tensiune.* Brevet RO 103448/1992.

Referent: ing. Dragoş Petricică - ICEMENERG

(Primit la 8 mai 1995, acceptat la 27 octombrie 1995)

Informaţii

Numărul 6, seria A/1995 , cu tematica "***Prelungirea duratei de viaţă şi modernizarea instalaţiilor energetice*** ", cuprinde următoarele materiale:

RADU OPINCARU, RADU REGMAN : Prelungirea duratei de viaţă şi modernizarea instalaţiilor energetice

TEODOR POPA, RADU REGMAN, LUCIAN PALADE, BOGDAN POPESCU-VIFOR: Urmărirea prin calcul a epuizării duratei de viaţă a echipamentelor în RENEL - analiza aplicării normei germane TRD 301

LIANA TURCU: Metode de prognozare a duratei de viaţă a tubulaturii cazanelor energetice

CONSTANTIN NEAGA, LUCIAN MIHĂESCU, THEODOR PRISECARU, IONEL PÎŞA: Influenţa variaţiei puterii calorifice a combustibilului de proiect asupra temperaturii cazanelor de ardere la ieşirea din focar

DANIEL BOGDAN: Parametrii definitorii pentru evaluarea siguranţei în exploatare a discurilor turbinelor cu abur

MIHAIL CECLAN, RODICA ELENA CECLAN: Prelungirea duratei de viaţă a echipamentelor energetice prin purificarea şi deshidratarea uleiului

DIN ENERGETICA MONDIALĂ

INFORMAŢII

INVENŢII

PETRE IOAN POLESCU, AMALIA IOANA POLESCU: Plastics injection technology, variant mixed -POLY-FLEX - an ICEMENERG - experimented original conception of plastics design and manufacture

Cuprinsul general al revistei ENERGETICA, seria A, pe anul 1995

Indicele alfabetic al autorilor articolelor apărute în revista ENERGETICA, seria A, pe anul 1995

Din istoria electrificării româneşti

Introducere

În revista Energetica nr.3, seria B, mai - iunie 1995, sunt tratate, în mai multe articole, aspecte variate privind furnizarea energiei electrice în condiţii de monopol şi de concurenţă.

În România interbelică, aceste două concepţii au fost larg dezbătute şi a fost susţinută instituirea de măsuri legale care să asigure monopol sau concurenţă. Cunoaşterea acestor stări este utilă atât în vederea elaborării unei legi a energiei, cât şi datorită faptului că legi din trecut privind monopolul nu au fost abrogate.

Aspectele tratate aduc în discuţie şi alte posibilităţi de monopol şi concurenţă decât cele expuse în revista Energetica.

În sensul cel mai strict, monopolul este un drept exclusiv, cu caracter de privilegiu sau just întemeiat, de care dispune o persoană, o întreprindere sau o instituţie în folosul său.

În organizaţia statală românească din trecut erau în vigoare felurite monopoluri, în special ca privilegii ale domnitorului şi care s-au transmis statului modern, în secolul trecut, sub forma monopolului sării, tutunului, ţigărilor şi chibriturilor.

Scopul acestor monopoluri era să aducă venituri statului.

Pe plan mondial, monopolurile au avut un rol important în dezvoltarea activităţilor economice, iar în prezent ele activează în principal prin controlul preţurilor.

În expunerea care urmează sunt tratate modalităţile aplicate în perioada interbelică pentru a se instaura în România drepturi exclusiv comunale şi drepturi exclusiv statale cu privire la folosirea energiei electrice şi gazelor naturale.

Drepturile exclusiv comunale

La începutul acestui secol s-au organizat în ţară, în oraşe, primele servicii edilitare (distribuţii de energie electrică, de apă, canalizări etc.), ceea ce a dus la preocupări juridice asupra raportului dintre comunele respective şi întreprinderile de specialitate, care executau şi exploatau acele servicii.

S-a constatat că serviciile edilitare aveau o caracteristică comună: utilizarea căilor publice pentru instalarea liniilor electrice, a conductelor etc.

Dar căile publice fac parte din domeniul public al comunelor, care este strâns legat de noţiunea de comună, şi de aceea cel care îl foloseşte beneficiază de un drept regalian al comunelor.

Temeiuri asupra acestor drepturi au fost înscrise în codul civil şi în legea pentru organizarea comunelor urbane din 1894, dar sumar.

Ca urmare, organizarea primelor servicii edilitare s-a bazat pe concesionarea acestor drepturi comunale.

Menţionăm două concesiuni, dintre primele care au fost încheiate:

1. CHE Sinaia în 1898, care este redactată în baza legii din 1894: *"Eforia Spitalelor Civile din Bucureşti şi comuna urbană Sinaia sunt autorizate să acorde societăţii EAG concesiunea creării unei forţe hidraulice la Sinaia şi iluminatul cu electricitate al acestui oraş pe 45 de ani"*.

2. Alimentarea cu energie electrică a oraşului Bucureşti, în 1906, care defineşte concesiunea acordată Companiei electrice prin: *"dreptul exclusiv de a pune conductori destinaţi transmisiunii pentru producere de lumină, transportul forţei motrice şi pentru alte îmbunătăţiri industriale, conform ordonanţelor şi regulamentelor comunale"*.

În legile menţionate nu se prevedeau dispoziţii bine definite asupra concesionării drepturilor comunale lipsuri care apăreau şi în legea de unificare administrativă din 1925.

De aceea a intervenit Legea pentru Organizarea Exploatărilor Comunale, intrată în vigoare la 7 mai 1938, cu modificări în cursul aplicării (ultimele în 1944), care a stabilit că pe teritoriul lor comunele au următoarele drepturi exclusive (art. 2): *producerea, aducerea, extragerea, distribuirea, transportul de la un loc la altul, sau de la o clădire la alta, livrarea, furnizarea sau vânzarea electricităţii, energiei calorice, apei, gazului de orice fel (gaz natural sau artificial, distribuit în orice mod şi orice formă, care serveşte la luminat, încălzit, în gospodărie şi forţă motrice) precum şi evacuarea apelor uzate şi pluviale."*

Are derogare de la aceste drepturi exclusive prin următoarea dispoziţie (art. 3): *"Oricine va putea produce şi utiliza electricitate, energia calorică, apa sau gazul pentru trebuinţe proprii, în interiorul proprietăţii unde apa, gazul, energia calorică sau electricitatea sunt produse, fără însă să traverseze căi publice sau proprietatea altora"*.

Drepturile exclusive stipulate la art. 2 (de mai sus) se vor executa sub una din formele:

a) regie publică comercială în comunele cu populaţie de peste 50000 locuitori;

b) regie directă sub formă de întreprinderi Comunale (potrivit art. 7 din Legea pentru organizarea exploatărilor Comunale), în comunele cu o populaţie de peste 14000;

c) serviciu în cadrul administraţiei comunale, în comunele cu o populaţie sub 14000 locuitori.

Datorită drepturilor oricui de a produce energie electrică, dacă este consumată pe proprietatea sa, fără a se folosi căi publice, în perioada interbelică s-au instalat numeroase centrale termoelectrice ale autoproducătorilor.

Spre a se limita această concurenţă făcută întreprinderilor publice producătoare de energie electrică, în Legea Administraţiei Locale din 1936 s-a introdus o taxă pe energie în favoarea comunei respective, aplicată producţiei proprii de energie electrică.

Această imixtiune în dreptul de a produce energie electrică în limitele unei proprietăţi a fost contestată.

Constituindu-se în 1925 Societatea Naţională de Gaz Metan, regie mixtă cu participarea statului şi particularilor, aceasta a contestat, în statutele modificate în 1939, la art 7, drepturile comunale în articolul prevăzând următoarele:

"Pentru introducerea şi distribuirea gazului natural în localităţile unde se poate consuma, Societatea nu are nevoie de aprobarea administraţiei locale respective, lucrarea efectuându-se în cadrul obligaţiilor prevăzute mai sus şi fără nici un drept de taxe sau redevenţe în favoarea acestora".

Alimentarea municipiului Bucureşti cu gaze naturale combustibile, lucrare de mari proporţii tehnice, a fost realizată în baza legii nr. 777/1942, prin care s-a dat sarcină Ministerului Economiei Naţionale, Societăţii Naţionale de Gaz Metan, Regiei Autonome a Căilor Ferate Române şi Societăţii Generale de Gaz şi de Electricitate din Bucureşti -SGGE să întreprindă lucrările necesare.

SGGE a participat în calitate de concesionară a drepturilor exclusive de distribuire şi comercializare a gazelor de orice fel în Bucureşti, în baza actului de concesiune nr.3915/ianuarie, 25, 1939, întărit prin legea din 4 martie 1939 şi prin actul suplimentar din 25 noiembrie 1941. Primăria Municipiului Bucureşti a participat în calitate de autoritate concedentă.

Din cele de mai sus rezultă că s-a recunoscut necesitatea stabilirii de raporturi concedent - concesionar în cazul alimentării localităţilor cu gaze naturale.

În sinteză: în perioada interbelică furnizarea de energie electrică şi gaze naturale pe teritoriul unei comune era supusă condiţiilor unei concesiuni acordate de comuna respectivă cu prescripţii speciale.

Drepturile exclusiv statale

Legea energiei din 1924 a stabilit că realizarea centralelor hidroelectrice este un drept al statului, care poate fi concesionat.

Centralele termoelectrice şi liniile de transport electric puteau fi realizate pe baza unor autorizaţii statale.

Legea energiei din 1930, introducea la art. 3, o inovaţie importantă: statul avea posibilitatea de a acorda concesiuni de electrificare regionale, cu dreptul exclusiv al concesionarului de-a furniza energie electrică în regiunea respectivă.

Au fost prevăzute astfel de concesiuni cu scopul de a atrage investitori care să contribuie la electrificarea pe regiuni.

Acest regim nu a fost apreciat favorabil şi nu a fost introdus decât în trei regiuni, dintre care rezultate bune a dat întreprinderea SETA, care a dezvoltat electrificarea unei zone centrale a Transilvaniei.

Cu privire la sursele de energie, legea energiei din 1924 prevedea, la art. 24, că gazele naturale combustibile vor putea fi utilizate numai în mod excepţional pentru producerea de energie .

Legea energiei din 1930 recomanda, la art. 2, punerea în valoare a resurselor hidroenergetice şi realizarea de centrale termoelectrice la mine, utilizând praf sau deşeuri de cărbune sau combustibili inferiori.

Concluzii

Legile din perioada interbelică au construit edificiul de drept al furnizării energiei electrice şi gazelor naturale pe bază de drepturi exclusiv comunale şi statale.

În vederea elaborării unei noi legi a energiei este necesar un nou edificiu, propus de un colectiv compus din energeticieni şi specialişti în drept, documentaţi şi asupra punctelor de vedere din Vest.

ing. Paul Cartianu

POWER APPARATUS DESIGN AND ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT

BASARAB D. GUZUN, associated prof., Electric Power Plant Dept.,
Universitatea POLITEHNICA Bucureşti UPB, Romania
JOHN F. MISSENDEN, senior lecturer, Environmental School of Engineering and Desing
Systems ESD, SOUTH BANK University of London, U.K.

1. Introduction

Currently increasing density of electric power distribution systems calls for a greater number of injection and junction points, of both industrial and urban type. New substations must therefore be built to meet the requirements not only of lay-out and safety, but mainly from the point of view of how costly they are with particular regard to the space available, especially in the case of indoor switchgear installations and *urban environmental* strong constraints.

The shape of switchgear has undergone a number of changes, the multitude types of lay-out being reduced to a few basic arrangements which cover possible applications. These arrangements differ from each other not only with respect to the co-ordination of the bus and outgoing feeders, but also in regard to the type and lay-out of the isolators.

Generally speaking, one switch bay comprises the bus isolators arranged to suit the particular lay-out, a circuit breaker and instrument transformers combined to form a unit and, if required, an outgoing isolator and surge divertes. The main part of the h.v. cell remains the power breaker linked with the commutation phenomena and general cost but it is preferable to be discussed later, focusingon a new design through *Coanda nozzle* geometry.

It should be emphasised that the electric isolator influences strongly the space required for the switchgear fot at least two reasons - the increased number of switches par bay and variable geometry when compared with other h.v. power apparatus.

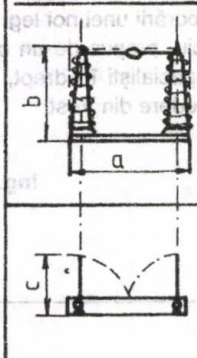
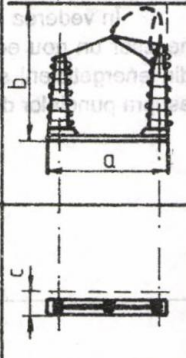
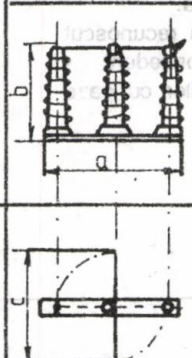
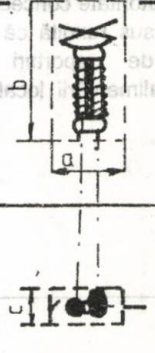
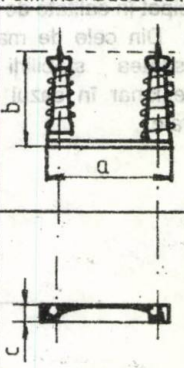
2. The new sliding blade electric isolator

The new sliding blade disconnecting switch is remarkable for the small space needed, irrespective of the operating position [1, 2]. It was developed by consideration at a substation of the spiral insulators, but with twin action, i.e.including driving the blade. Because there are no blades outside the isolator frame, this new apparatus has a *constant volume, meets functional* reqirements, with space saving.

The comparison with the other types of disconnecting switches is given in the Table 1.

Table 1

Main constructive characteristicas for 110 kV isolators

Isolator Type Factory		rotary, 2 insulat. STE(P)-110 ELECTROPUTERE	semipantograph PHAFI-123 idem, ROMANIA	rotary, 3 insulat. SA-123 MAGRINI, ITALY	pantograph 2 ins H278-110N SIEMENS, W.G.	Sliding Blade SGB-123 Polit. Inst. Bucuresti
REQUIRED VOLUME						
Dimensions	a	2,000	1,850	2,240	1,500	2,000
	b	1,710	2,520	1860	3,710	1,710
	c	810	400	1,360	625	260
	dm^3	2,120	1,565	2,367	3,478	889
	%	100	73,82	111,63	164.06	41.94

The new type SGB - 123 creates, like the pantograph type, the greatest visual indication of the apparatus in question and this is much appreciated by the trained personnel working in substations. However, the competing pantograph is more complicated and obviously more expensive than the SGB type. The same considerations applies with the semi-pantograph type, taken as a base for comparison in the common lay-out. It is currently in operation now in Romania and Europe for indoor substations in areas with urban environmental problems. Its principal features are as follows:

- it needs the smallest constant volume; only 42 % of the space required by the standard isolator of rotary type, two blades per one unit, as is shown in the Table 1;
- small reactive current is better interrupted by having two contacts per phase sited at both onds of the main blade;
- it allows greater errors of angle by the operating mechanism, in comparison with the rotary type;
- it needs only two column insulators, type SPIRELEC, being at the same time integrated in the common electric driving mechanism - worm type;
- the whole construction - is very simple and therefore offers improved reliability.

3. Reshaping standard double busbar switchgear installations

The standard isolator for modern indoor switchgear installations could be considered as the semi-pantograph type with the blase of "grasshopper" shape; the comparison made between these standard indoor substations and those reshaped with the new type isolator - say with *constant volume*, clearly indicates for the latter an effective narrowing in the building's envelope of 3 meters and one slight height reduction, Figures 1 and 2.

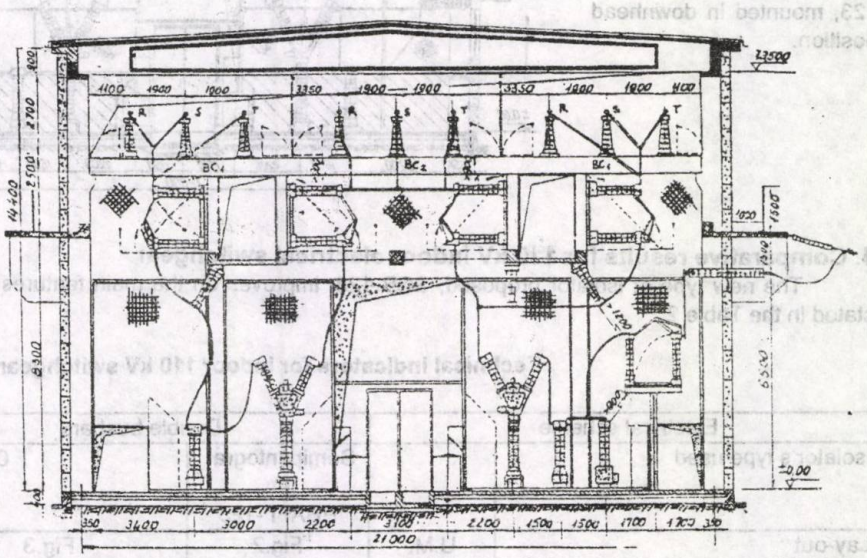


Fig.1. Indoor substation leveled 110 kV, double busbars, equipped with the isolators type semipantograph, type PHAF! -123.

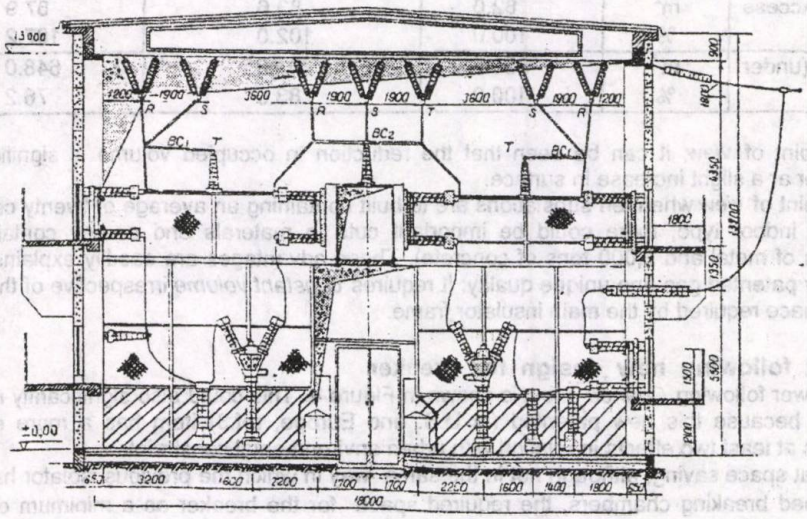


Fig.2. Double busbars indoor substation leveled 110 kV, eguipped with the isolators type SGB - 123.

There were sited one way for inspection and operation at the lower level and three access ways at the upper level. Two were disposed in the exterior of the building for same reason. Cables terminal boxes could be poitioned inside or outside the building, meeting the specific environmental constraints for the urban zone.

Further, one specific advantage: occurs when it is mounted into *downhead* position, the building envelope could be further reduced along the girder by 1.5 meters, by comparison with the usual solution shown before, Figure.3. So, the maximum advantage may be gained from the sliding blade isolator, working irrespective in normal or downhead position.

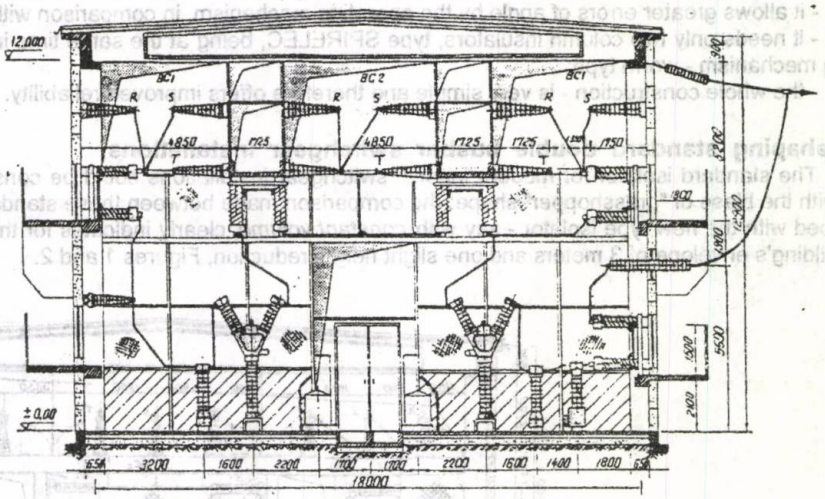


Fig.3. Double busbars indoor substation leveled 110 kV, equipped with the new isolators type SGB-123, mounted in downhead position.

4. Comparative results for 110 kV indoor electrical switchgear

The new type of isolator proposed, SGB-123, improves on the main features of 110 kV indoor substations, as stated in the Table 2.

Table 2

Technical indicators for indoor 110 kV switchgears

Electrical scheme		Double busbars		
Isolator's type used		Semipantograph PHAFI -123	Const. volume SGB - 123	
Lay-out	U.M.	Fig.2	Fig.3	Fig.4
Celi's width	m	6	6	6
Building's height under ceiling girder	m	13.5	13.0	12.0
Building's opening	m	21.0	18.0	18.0
Area per cell (including Access ways) in the building	m^2 %	82.0 100.0	83.6 102.0	87.9 107.2
Effective volume per cell (under ceiling girder)	m^3 %	850.5 100.0	702.0 83.0	648.0 76.2

From the *technical* point of *view*, it can be seen that the reduction in occupied volume is significant, being lowered with up to one quarter ar a slight increase in surface.

From the *economic* point of *view* when ten substations are to built containing an average of twenty cells with the double busbar configuration indoor type, there could be important cuts in materals and energy contained in the construction (nearly 500 tons of metal and 2,000 tons of concrete). These advantages are easdily explained because the new isolator SGB already patented gas one unique quality: it requires *constant volume* irrespective of the operating position and *minimizes* the space required by the main insulator frame.

5. Environmental impact following new design for breaker

The new design of power following *Coanda effect* is shown in Figure 4. This could also significantly reshape the substation's lay-out. This is because this new patented (in U.S. and Europe, ref.3) item has a more efficient arc quenching chamber. This has at least two effects in relation with urban environmental constraints:

a. adds to the efforts at space saving, although not in the same way in which the previous isolator has done. By using more efficiently designed breaking chambers, the required space for the breaker as a minimum of inseriated

chambers - will decrease. From this, we notice that the notion of variable geometry could also be extended to the breakers, in a dynamic way;

b. the safety heavy-duty operations like opening on heavy short-circuit currents is to be in direct relation with the *urban surroundings and environmental* restrictions.

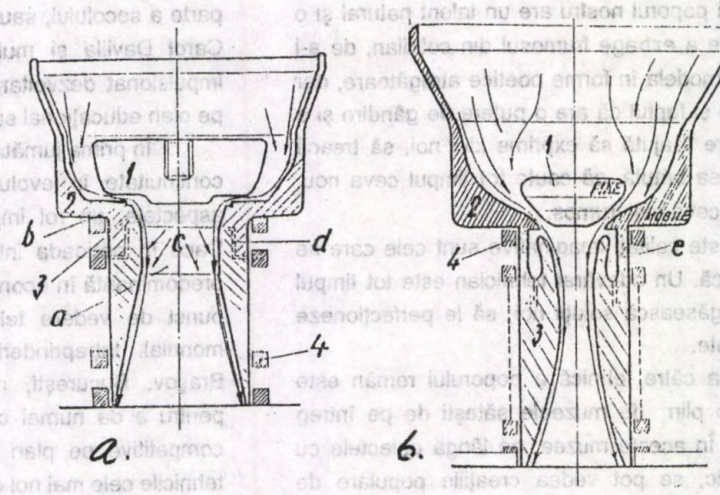


Fig.4. Arc quenching chambers' contacts redesigned though Coanda effect to better fit environmental constraints having inside one: a. Flat step, b. Hollow step.

6. Final conclusions

However, up to now, this domain of *electric power apparatus* seems to be well known and efficiently solved. But, in conjunction with the new *stringent urban environmental* requirements, more needs to be done and this paper seeks to give one proposal with a new design, following new patented ideas.

The paper also is aiming to draw attention to and encourage the construction of these *environmentally* friedly *new designs*, improving common switchgear installations and the related environment.

Simplicity in desing following conventional technology may convince manufactures to select *spiral* insulators for disconnecters and performing small steps at the contacts, for the efficiently improved arc quenching chambers. The latter is through the effect described by the Romanian pioneer Henri Coanda in the hydrodynamic field, who lived also in Britain.

However, it is difficult to quantify the effect of the new Coanda arc quenching chambers for the power breakers, before carrying-out complete lab tests. But for the simpler electric isolator with sliding blade and constant volume, it is clear that the *environmental impact* when the final volume for 110 kV indoor substations in to be *condensed* to 70 % is favourable.

References

[1] Guzun. B. D. "Indoor compact switchgear with a new type of sliding blade disconnecting switch SGB - 123". AMSE Press A, vol. 8, no. 3, p.9 - 15. 1986.

[2] Guzun, B.D. "Electric isolator". Romanian pat. no. 55 488/1971.

[3] Guzun, B. D. "Arc quenching chamber for h v breakers". Swedish pat. no. 7707772-5/1977.

PENTRU UN MUZEU TEHNIC NAŢIONAL AL ROMÂNIEI

1. Inventivitatea - o calitate a poporului român

Bine cunoscutul aforism a lui V. Alecsandri "Românul e născut poet" vrea să scoată în evidenţă constatarea că poporul nostru are un talent natural şi o predispozie de a extrage frumosul din cotidian, de a-l exprima şi a-l modela în forme poetice atrăgătoare, dar în acelaşi timp şi faptul că are o putere de gândire şi o imaginaţie, care îl ajută să exprime idei noi, să treacă dincolo de calea bătută, să caute tot timpul ceva nou, ceva mai bun, ceva mai frumos.

Or, aceste calităţi imaginative sunt cele care se cer şi în tehnică. Un adevărat tehnician este tot timpul preocupat să găsească soluţii noi, să le perfecţioneze pe cele existente.

Înclinaţia către tehnică a poporului român este evidenţiată din plin de muzeele săteşti de pe întreg cuprinsul ţării. În aceste muzee, pe lângă obiectele cu caracter artistic, se pot vedea creaţiile populare de natură tehnică: mori, gatere, pive, războaie de ţesut, prese de ulei etc. Toate acestea perpetuează elemente ale unei vechi civilizaţii şi culturi autohtone, transmisă şi îmbogăţită de la o generaţie la alta, într-un proces înnoitor neîntrerupt, în care se vede atât ingeniozitatea, cât şi spiritul practic al poporului român.

2. Industrializarea - un suport al dezvoltării tehnice în România

Secolul XIX a însemnat un progres important pentru tehnica din ţara noastră, aceasta începând să se alinieze la progresele însemnate ale tehnicii universale. În această perioadă, cunoscută mai mult sub aspectul transformărilor politice, sociale şi culturale şi mai puţin sub cel al ştiinţei şi tehnicii, s-au făcut totuşi paşi importanţi şi în aceste din urmă direcţii.

Trebuie să menţionăm că în secolul XIX s-a organizat reţeaua de drumuri şi căi ferate din România, s-au construit clădiri importante , s-a introdus telegraful electric, s-a început exploatarea şi folosirea petrolului (în anul 1875 străzi din Bucureşti au fost iluminate cu petrol lampant), s-au dezvoltat exploatările de cărbuni, fier şi alte minerale. România a fost una din primele ţări care au adoptat sistemul metric zecimal, încă din prima jumătăte a secolului al XIX-lea, oficializându-se în 1861. Tot între primele ţări din lume, în România s-a folosit betonul la lucrări de poduri, porturi, rezervoare, ca şi electricitatea, pentru iluminat şi în scopuri industriale.În secolul al XIX-lea s-a organizat învăţământul tehnic, s-au creat instituţii şi un cadru juridic pentru activităţile tehnice, a început să apară o literatură tehnică. Personalităţi de seamă, ca Gh. Lazăr, Gh. Asachi, Petrache Poenaru, Ion D. Ghica, Alex. Orăscu, în prima parte a secolului, sau Spiru Haret, Grigore Cobălcescu, Carol Davilla şi mulţi alţii, în a doua jumătate, au impulsionat dezvoltarea ştiinţei şi tehnicii în România, pe plan educaţional sau practic [*].

În prima jumătate a secolului nostru, constatăm o continuitate în evoluţia tehnicii româneşti sub toate aspectele, un rol important jucându-l industrializarea. Dacă în perioada interbelică industria nu a fost încă predominantă în economia românească, în schimb , din punct de vedere tehnic se situa la nivelul de vârf mondial. Intreprinderi şi uzine, ca cele din Reşiţa, Braşov, Bucureşti, rafinăriile de petrol din Ploieşti, pentru a da numai câteva exemple, realizau produse competitive pe plan internaţional, folosind în general tehnicile cele mai noi din epoca respectivă.

Menţinerea tehnicii româneşti la acest nivel a fost posibilă datorită unui corp tehnico-ingineresc bine instruit la toate nivelurile în şcoli şi institute organizate pe principii moderne, precum şi datorită unor personalităţi de prim rang, care au activat ca precursori, impulsionând anumite domenii ale tehnicii. Amintim aici pe pionierii aviaţiei româneşti, Traian Vuia, Aurel Vlaicu şi Henri Condă, inventatorii Gogu Constantinescu şi Lazăr Edeleanu, profesorii şi savanţii Gh. Ţiţeica, Grigore Moisil, Dimitrie Pompei, Grigore Antipa, Constantin Budeanu.

După cel de-al doilea război mondial, în condiţii vitrege, uneori cu mijloace precare, fără a putea avea o legătură suficientă cu ţările cele mai avansate din lume, inginerii şi tehnicienii români au reuşit, totuşi, să realizeze o industrie complexă, menţinând un spirit tehnic activ şi punând la contribuţie o ingeniozitate şi o capacitate deosebită.

3. Necesitatea unei activităţi mai susţinute privind istoria tehnicii în România

Realizările tehnice din trecut, ca şi activitatea unor personalităţi de seamă din domeniul tehnicii româneşti nu trebuie să fie date uitării. Acestea sunt, însă, în general prea puţin cunoscute. Publicaţiile privind istoria tehnicii în România sunt puţine şi în

[*] Nicolae Leonăchescu. Premise istorice ale tehnicii moderne româneşti.Vol.I, Buc. Ed. Tehnică, 1994.

același timp fără o largă răspândire. În universitățile tehnice românești nu există catedre sau cursuri de istoria tehnicii, iar în cursurile de specialitate rareori sunt expuse elemente cu caracter istoric.

Puținele muzee tehnice din țară au apărut ca inițiative particulare ale unor oameni inimoși și se confruntă cu greutăți materiale care fac ca activitatea lor să fie eficientă numai în măsura în care un personal, în general insuficient, depune eforturi importante și mult entuziasm pentru a le depăși. Muzeul tehnic Prof. Dimitrie Leonida, cel mai vechi și important muzeu tehnic din țară, conținând numeroase obiecte de patrimoniu național, înființat încă din anii 1908 - 1909, este adăpostit într-o clădire deteriorată, care poate fi cel mult depozit (și acesta imperfect). Muzeul propriu-zis a fost închis ani de zile, deschizându-și porțile doar pentru unele manifestări ocazionale (expoziții, conferințe etc.).

Multe obiective din țară, cu caracter patrimonial, de mare importanță pentru istoria tehnicii românești, sunt supuse degradării, uneori distrugerii complete, din cauza nepăsării și necunoașterii.

Spre deosebire de situația din țara noastră, constatăm că în cele mai multe țări civilizate dragostea pentru vestigiile trecutului, dorința de păstrare a patrimoniului național, atât cel artistic, cât și cel tehnic, este considerată o datorie națională și este susținută nu numai de instituții de stat, ci și de organizații și persoane particulare. Pentru a ne limita la domeniul tehnic, este suficient să amintim importantele muzee tehnice din Viena, München, Paris, Milano, Londra.

Considerăm că și în România rețeaua muzeală tehnică trebuie să fie reactivată, prin:

a - susținerea actualelor muzee tehnice în scopul dezvoltării lor, asigurarea unor spații de expunere și depozitare adecvate, acolo unde acestea nu există sau sunt insuficiente, asigurarea posibilității de a organiza activități conexe;

b - depistarea obiectelor și obiectivelor cu caracter patrimonial sau muzeal, inventarierea și trecerea lor în muzee, organizarea de puncte muzeale pentru unele obiective, sau cel puțin luarea de măsuri pentru conservarea lor;

c - înființarea unui muzeu tehnic național, care să prezinte capacitatea și realizările tehnice și științifice ale poporului român din cele mai vechi timpuri până în zilele noastre. Acest muzeu ar trebui instalat într-o clădire reprezentativă din capitală și înzestrat cu cele mai moderne mijloace de prezentare a exponatelor și ar trebui să fie în același timp un centru de efectuare a unor activități expoziționale, educaționale, științifice, să fie dotat cu ateliere de restaurare și conservare a obiectelor.

Este de la sine înțeles că organizarea unui muzeu tehnic național nu trebuie să ducă la desființarea sau neglijarea muzeelor tehnice existente, care își au specificul propriu, contribuind la întregirea imaginii tehnicii în România.

4. Asociația Română pentru Istoria Științei și Tehnicii

În anul 1994, la inițiativa unui grup de entuziaști, a luat ființă și a fost înscrisă ca persoană juridică Asociația Română pentru Istoria Științei și Tehnicii - ARIST, având sediul la Muzeul Tehnic "Dimitrie Leonida" din București.

Obiectivul asociației este valorificarea contribuției oamenilor de știință și tehnicienilor români la dezvoltarea societății umane, militând pentru:

- realizarea unui Muzeu Tehnic Național;
- identificarea, inventarierea, conservarea și restaurarea obiectelor și obiectivelor cu caracter patrimonial sau muzeal din țară;
- promovarea studiilor și informațiilor privind istoria științei și tehnicii românești;
- formarea de personal specializat, informarea publicului larg și în general sprijinirea oricăror activități privind istoria științei și tehnicii în România.

Pentru atingerea acestor obiective, ARIST a întreprins unele acțiuni. Astfel, cu sprijinul Academiei Române și al prefecturilor s-a început o acțiune de depistare a obiectelor și obiectivelor de interes muzeal, aflate pe teritoriile județelor, însă necuprinse în muzee, în vederea luării unor măsuri, cel puțin de conservare, până vor exista posibilitățile de valorificare în circuite muzeale. Pe o altă direcție de activitate, pentru a avea o mai clară imagine a valorii obiectelor muzeale existente, un colectiv din cadrul ARIST a întocmit un studiu, prin care se propun criterii obiective de evaluare a acesteia. Prin avizarea criteriilor de către Academia Română și Ministerul Culturii se va putea trece, în curând, la o evaluare științifică a patrimoniului tehnic existent, ceea ce considerăm că va scoate în evidență importanța activității muzeale și necesitatea înființării unui Muzeu Tehnic Național.

Redacția

De Institutionis

Academia Română

Academia Română reprezintă cel mai înalt for cultural atât în domeniul ştiinţelor umaniste, cât şi în cele naturale. Cu puţine excepţii, membrii ei au fost personalităţi dintre cele mai importante şi mai reprezentative.

Acest for a avut ca precursori în secolul XIX mai multe societăţi academice, între care se pot menţiona: Societăţile Literare de la Braşov (1821) şi de la Bucureşti (1845), Societatea Atheneum-ul Român (1860), ASTRA la Sibiu (1861) şi altele .

Ca urmare a actului istoric de unire a principatelor române şi ca urmare a reformei din aprilie 1866, fundaţia Societatea Literară Română din Bucureşti a hotărât în sesiunea sa din 1867 să devină Societatea Academică Română, ca un organ reprezentativ pentru cultura naţiunii române. Această societate a cuprins membri din toate provinciile româneşti, astfel:

- 4 din Muntenia
- 3 din Moldova
- 3 din Transilvania
- 3 din Basarabia
- 2 din Banat
- 2 din Maramureş
- 2 din Macedonia

După declararea independenţei statului român, instituţia a devenit oficial naţională şi a primit denumirea de Academia Română.

Dezvoltarea rapidă a României în ultimii ani ai secolului trecut şi prima jumătate a secolului al XX-lea a făcut ca activitatea instituţiei să devină repede cunoscută în Europa şi în America şi ca urmare să devină un partener apreciat al societăţilor academice existente.

Incă de la începuturile activităţii, Academia a fost structurată în trei secţiuni principale: literatură-filologie, istorie-arheologie şi ştiinţe.

Una din sarcinile importante preluate de Academie a fost , încă de la început, întocmirea Dicţionarului - tezaur al limbii române, stabilirea regulilor ortografice, traducerea operelor universale clasice, editarea operelor precursorilor români etc. O activitate importantă a fost investigarea trecutului istoric, în cadrul căreia au intrat cercetările arheologice şi multe cercetări istorice.

De la înfiinţarea ei şi până în prezent, Academia Română a adunat sub cupola ei 991 membrii, dintre care 434 specialişti din 33 ţări. 16 dintre aceştia sunt deţinători ai premiului Nobel.

In prezent, Academia are 176 membri, dintre care 83 membri plini şi 93 membri corespondenţi.

Este interesantă preocuparea Academiei ca peste 30% din membrii săi să aibă vârsta mai mică de 65 de ani.

Academia este organizată în 14 secţiuni, între care Secţia de Ştiinţe Tehnice, din care face parte şi Comisia de Energetică. In cadrul acestei Comisii funcţionează Subcomisia de Terminologie în Energetică. De asemenea, are trei filiale în Iaşi, Cluj şi la Timişoara, precum şi 65 de institute subordonate, centre şi unităţi de cercetare fundamentală cu circa 2400 cercetători, precum şi un Centru de Inteligenţă Artificială şi Limbaj Artificial.

Academia acordă anual premii pentru lucrări valoroase din toate domeniile.

O bibliotecă deosebit de bogată cuprinde peste 730.000 de titluri, cu circa 1.200.000 volume, între care 19000 cărţi rare, 9850 volume de manuscrise, 47000 titluri de periodice, 200.000 negative de fotografii , 3000 atlase geografice, înregistrări, benzi etc.

Academia publică:

-"Analele Academiei Române"

-"Memoriile Academiei Române"

-peste 95 reviste în limba română şi în limbi de circulaţie internaţională, un magazin "Academica"

-numeroase tratate, documente, monografii, critici, la cel mai înalt nivel ştiinţific.

Instituţia este fiinanţată de la bugetul statului, având însă şi posibilitatea de a face contracte cu alte unităţi.

Academia Română funcţionează autonom. Organul suprem de conducere al acestui for este Adunarea Generală. Ea este formată din membri titulari şi membri corespondenţi. Organul de Conducere al Academiei, între două întruniri ale Adunării Generale, este Prezidiul Academiei Române, format din preşedinte, 4 vicepreşedinţi, secretarul general, preşedinţii secţiilor ştiinţifice şi preşedinţii filialelor.

Prin toată activitatea sa, Academia Română a confirmat rolul său de for suprem cultural şi ştiinţific al ţării noastre.

Dr.ing. Eugeniu Pavel

P.S. Pentru cei interesaţi adresa Academiei Române este: Bucureşti 71102 , Calea Victoriei nr. 125, sector 1 , Tel. 650.76.80 Fax 312.02.09

PAUL CARTIANU LA 90 DE ANI

În perioada 6 - 8 septembrie 1995 la Muzeul Tehnic "Profesor Inginer Dimitrie Leonida" din Bucureşti a avut loc Sesiunea Naţională de Comunicări a Muzeelor Tehnice. Cu acest prilej, unor participanţi le-a fost acordat premiul "Dimitrie Leonida" pentru lucrări de istoria tehnicii tipărite în perioada 1990 - 1995.

Unul din laureaţi a fost inginerul Paul Cartianu (pentru monografia "Nicolae G. Caranfil" tipărită la Editura Tehnică în 1994), care a împlinit respectabilă vârsta de 90 de ani.

Născut la 17 februarie 1905, Paul Cartianu a urmat liceul la Bacău, iar după absolvire, Şcoala Politehnică din Bucureşti, secţia Electromecanică.

În perioada 1929 - 1944 a lucrat la Societatea Generală de Gaz şi Electricitate din Bucureşti, parcurgând toate treptele ierarhice până la gradul de director tehnic. A participat la punerea în funcţiune a centralei hidroelectrice Dobreşti (1930), această centrală fiind singura din România construită şi pusă în funcţiune în mai puţin de doi ani.

A făcut parte din nucleul de iniţiere a Institutului de Studii şi Proiectări Energetice din Bucureşti, unde a lucrat din 1949 până la pensionare.

În lunga perioadă de activitate desfăşurată la ISPE (peste 45 de ani) în calitate de consilier tehnic, a participat la toate deciziile importante ale acestui institut, contribuind astfel la electrificarea ţării.

Activitatea dânsului poate fi privită cu admiraţie şi "invidie", fiind un exemplu de urmat pentru mai tinerii ingineri.

În paralel cu activitatea practică, domnul Paul Cartianu a desfăşurat şi o bogată activitate publicistică, ca istoriograf al energeticii româneşti (numit astfel de prof. dr. ing. Ion Antoniu, membru corespondent al Academiei Române), sau realizator de manuale (a coordonat realizarea Manualului Inginerului Electrician, lucrare structurată în opt volume, cuprinzând un număr de zece secţiuni, apărut la Editura Tehnică între anii 1953 - 1959).

Avându-se în vedere activitatea prodigioasă desfăşurată de domnul Paul Cartianu pe o perioadă de 67 ani, Muzeul Tehnic, în colaborare cu alte instituţii (Institutul de Studii şi Proiectări Energetice, Institutul de Studii şi Proiectări Hidroenergetice, ICEMENERG, Filiala de Distribuţie a Energiei Electrice Bucureşti, AGIR), a organizat o sesiune omagială în 5 decembrie 1995. Cu acest prilej au prezentat evocări dl. prof. dr. ing. Gleb Drăgan, membru corespondent al Academiei Române, dl. dr. ing. Jean Constantinescu, director ICEMENERG, dl. dr. Mihai Mihăiţă, preşedintele AGIR, dl. dr. ing. George Manolescu, consilier tehnic ISPE, ing. Ion Buiu, secretar ştiinţific al Comitetului Român de Istoria şi Filozofia Ştiinţei din cadrul Academiei Române, ing. Nicolae Diaconescu, directorul Muzeului Tehnic, şi numeroşi colaboratori ca: dr. ing. Călin Mihăileanu, ing. George Panaitescu, ing. Dumitru Ceapâru, ing. Paul Raşcu etc.

Tot cu acest prilej domnului Paul Cartianu i s-au acordat plachete, diplome şi premii în bani din partea AGIR, Muzeul Tehnic, ISPE, FDEB.

Pe un panou în sala de conferinţe a Muzeului Tehnic a fost expusă "Bibliografia lucrărilor ştiinţifice" la care domnul Paul Cartianu este autor, coautor sau coordonator *.

ing. Nicolae Diaconescu
director Muzeul Tehnic "Prof. ing. D. Leonida"

* Cei interesaţi pot găsi o bibliografie de autor cu lucrările domnului Paul Cartianu, la Muzeul Tehnic "Prof. D. Leonida" din Bucureşti

Nota redacţiei. Colegiul de Redacţie al revistei ENERGETICA urează d-lui Paul Cartianu ani mulţi fericiţi şi succese profesionale în continuare.

Preşedinte,
dr. ing. Eugeniu Pavel

CUPRINSUL GENERAL AL REVISTEI ENERGETICA , SERIA B, PE ANUL 1995

EDITORIALE

1. Vasile Rugină: Masă rotundă "Aplicarea managementului energiei la utilizatori în România" - Galaţi, 24 noiembrie 1994, nr.1, pp.3-4
2. Marius Pomârleanu: Masă rotundă "Automatizări şi protecţii speciale în reţelele electrice", nr.2, p.51
3. Virgil Muşatescu, Eugeniu Pavel: Editorial, nr.3, pp.103-104
4. Eugeniu Pavel: La împlinirea a 35 de ani de activitate a specialiştilor din cercetare, nr.4, pp.163-164

I. ORIENTĂRI IN ENERGETICĂ

1. Klaus Brendow: Foreign Investiments (FDI) in Energy/Electricity Projets in the Economies in Transition, nr.3, pp.105-110
2. Francois Jonquieres :Concurrence et reglementation dans les industries de reseaux en Europe .Du cas general a celui de l'électricit·, nr.3, pp.111-115
3. Eugeniu Pavel, Costin Rucăreanu:Monopol şi competiţie în industria electroenergetică, nr.3, pp.116-122
4. Jean Constantinescu, Viorel Neagu: Accesul terţilor la reţea (TPA) în condiţiile sistemului energetic al României, nr.3, pp.123-129
5. Dumitru Manea, Gheorghe Indre: Compania de electricitate între monopol şi concurenţă, nr.3, pp.130-137
6. N.G.Ketting: Competion in Generation, nr.3, pp.138-140
7. Mark Velody : Would the UK restructuring and privation model work in the Romanian electricity sector !, nr.3, pp.141-148
8. Călin Mihăileanu, Ion Conecini: Consideration concernant un aspect particulier de concurence dans l'industrie electrique entre pays l'Europe de l'Est , nr.3, pp.149-154

II. ENERGETICA IN UNITĂŢI ECONOMICE

1. Nicolae Dumitru, Alice Mihăilescu: Utilizarea tehnologiilor cu microunde în industrie, nr.1, pp.27-32
2. Dumitru Nicolae, Alice Mihăilescu: Utilizarea tehnologiilor cu microunde pentru procese de uscare industriale, nr.4, pp.189-193
3. Cornel Radu, Adriana Georgescu: Managementul sistemelor integrate: lumină naturală- lumină artificială, nr.6, pp.284-287

IV. CONDUCEREA ŞI AUTOMATICA SISTEMELOR ELECTROENERGETICE

1. Miranda Radu, Anton Ungureanu: Instalaţiile de protecţie prin relee şi automatizări energetice din SEN în perspectiva interconexiunii cu UCPTE, nr.2, pp.52-58
2. Doru Păunescu, Felicia Lazăr: Asupra unei noi organizări a automatizării DASf în SEN, nr.2, pp.59-63
3. Marin Sărăcin, Ion Potîrniche: Identificarea optimală a funcţiilor de transfer şi modelarea regimurilor dinamice ale buclelor de reglare din cadrul echipamentului de acţionare, nr.2, pp.64-68
4. Eugeniu Potolea ,Vasile Bostan:Rezolvarea algoritmică a problemei controlului optim tensiune-putere reactivă,nr.2,pp.69-76
5. Iuliu Heirich, Vasile Duşa: Schemă echivalentă şi modelul matematic pentru autotransformatoare prevăzute cu înfăşurări terţiare şi unitate de reglaj sub sarcină,nr.2,pp.77-83
6. Sorin Pătrăşcoiu, Sorin Hurdubeţiu: Sisteme expert pentru preselectarea contingenţelor periculoase, nr.2, pp.84-90
7. Hanjin Miao, Jaw-Shyang Wu, Chen - Ching Liu: Intelligent System Methodologies for Alarm Processing, Fault Diagnosis and System Restoration,nr.4, pp.165-174
8. Jean Constantinescu, Cornel Aldea: Sistem operaţional pentru supravegherea în timp real a siguranţei regimului SEN, nr.4, pp.175 - 180
9. Călin Mihăileanu, Viorel Neagu, Cristian Scarlat: Utilizarea tehnicilor de FACTS pentru îmbunătăţirea performanţelor sistemelor electroenergetice, nr.4, pp.181-184
10. Ioan Viziteu, Cornelia Ivaşcu: Mentenanţă preventivă şi creşterea eficienţei instalaţiilor de protecţie prin relee, nr.5, pp.252-256
11. Eugeniu Potolea, Paul E. Potolea: Regimul permanent al maşinii sincrone cu circuitele magnetice saturate în cruce, nr.6, pp. 263 - 266
12. Dumitru Creţu, Maria Ispas , Costin Florea , Ion Blaier : Eficienţa modernizării generatoarelor din CHE Porţile de Fier I, nr.6, pp. 273 - 279

VIII. REŢELE ELECTRICE

1. Virgil Dumbravă, Theodor Miciescu, Gabriel Bazacliu: Determinarea schemei debuclate de funcţionare pentru reţelele electrice urbane de distribuţie, nr.4, pp.194-201
2. Eugen Bârlădeanu, Alexandru Poeată: Contribuţii la modelarea matematică a unor procese manageriale din domeniul reţelelor electrice, nr.5, pp.211-216
3. Gheorghe Hazi: Calculul importanţei elementelor de reţea în vederea optimizării structurii reţelelor electrice, nr.5, pp.217-222
4. Gheorghe Georgescu, Alexandru Poeată, Mihai Gavrilaş: Calculul pierderilor de energie în reţelele de distribuţie folosind descompunerea graficelor de sarcină în serii Fourier , nr.5, pp.223-226
5. Mircea Eremia , Ion Triştiu, Radu Constantin , Constatin Bulac : Metodă euristică de reconfigurare a reţelelor de distribuţie pentru reducerea pierderilor de putere şi energie, nr.5, pp.227-235
6. Ion Iordănescu: Adaptarea măsurilor de compensare a factorului de putere la condiţiile create de existenţa regimului deformant, nr.5, pp.236-240

7. Lazare Petcantchine: Processus lors de la variation du dephasage entre le courent et la tension dans des circuits electriques R.L., nr.5, pp.241-246
8. Florin Ciobanu, Hermina Albert, George Lavrov, Dan Preoţescu: Creşterea rentabilităţii activităţii de furnizare a energiei electrice pentru marii consumatori - o condiţie de succes în cadrul viitoarei concurenţe din sectorul energetic, nr.5, pp.247-251
9. Florin Munteanu, Dumitru Ivas: Utilizarea analizei probabilistice a contingenţelor în calculul indicatorilor de securitate ai reţelelor de distribuţie, nr. 6, pp. 267 - 272
10. Gabriela Munteanu, Mihai Macovei, Mihai Nestor, Badea Popa, Romeo Popescu, Iuliu Boroş : Laborator mobil cu funcţii multiple pentru încercarea şi defectoscopia cablurilor , nr. 6, pp. 280 - 283
11. Mircea Guşă, Mihai Istrate, Constantin Asaftei, Nicolae Gavrilaş: Contribuţii la creşterea observabilităţii reţelelor aeriene de medie tensiune, nr. 6, pp. 288 - 293

XIII. MANAGEMENT ŞI RESURSE UMANE
1. Eugeniu Pavel, Costin Liviu Rucăreanu: DSM în condiţiile ţărilor cu economie de tranziţie, nr.1, pp.5-10
2. Gheorghe Indre, Dumitru Manea: Demande Side Management - pro şi contra, nr.1, pp.11-16
3. Emil Costin , Oana Popescu: Managementul utilizării energiei în România. Concepţia românească, realizări, perspective, nr.1, pp.17-20
4. Jean Constantinescu, Vasile Rugină: Soluţii de aplcare a DSM în sistemul energetic din România ,nr.1, pp.21-26
5. Gheorghe Indre, Dumitru Manea: Aspecte ale promovării tarifelor inovatoare pentru energia electrică, nr.1, pp.33-36
6. Haralambie Cristea, Mihai Ivan, Mirela Beşliu : O soluţie modernă de aplicare a conceptului DSM la marii consumatori industriali de energie electrică : "Sistem de gestiune a energiei electrice asistat de calculator", nr.1, pp.37-42
7. Eugen Corban, Mirela Smărăndescu : Particularităţi în managementul sistemului calităţii în activitatea de producere,transport şi distribuţie a energiei electrice, nr.4, pp.185-188

XIV. TERMINOLOGIE
1. Nicolae St.Mihăilescu, Paul Cartianu: Lexiconul tehnic român, nr.5, p.246

XV. ISTORIA ELECTRIFICĂRII
1. Paul Cartianu: Condiţii de monopol şi de concurenţă liberă în energetică în România interbelică, nr. 6, p.294-295

XVI. MANIFESTĂRI TEHNICO-ŞTIINTIFICE
1. Dumitru Manea: Conferinţa internaţională DA/DSM Europe'94, nr.1, p.16,32
2. * * * Simpozionul Naţional de reţele electrice (ed.VII) şi Sesiunea a X-a de comunicări tehnico-ştiinţifice de la FRE Suceava, nr.3, p.158
3. Gleb Drăgan: Simpozionul "Reţele electrice de foarte înaltă tensiune ", Sibiu, 31 mai - 2 iunie 1995, nr.4, p.193
4. * * * nr.5, p.235
5. Dumitru Manea : Conferinţa UNIPEDE - IEA "New Electricity 21", Paris, Franţa, 22-24 mai 1995, nr.5, pp.257-258

XVII. RECENZII
1. Dana Chirvase: Arie A. Arie, C. Neguş, Carmen Golovanov, N. Golovanov:" *Poluarea cu armonici a sistemelor electroenergetice funcţionând în regim permanent simetric*", nr. 1, pp.43-45
2. Eugeniu Pavel : Gh. Cârţină , Gh .Georgescu, M.Gavrilaş, Cl. Bonciu: *"Reţele neuronale artificiale şi sisteme expert în energetică"* , nr.3, pp.156-157
3. Gleb Drăgan : Eugeniu Pavel "*Elemente de analiză modală"*, nr.3, pp.157-158
4. Eugeniu Pavel : Patterson Walt *"Rebuilding Romania. Energy Efficiency and the Economic Transition"*, nr.4, pp.202-205
5. Horaţiu Zărnescu: D.Sanchiz "*Optimizări în electroenergetică* " , nr.4, pp.206-207

XVIII. DE PERSONIS
1. x x x Hans Thiess, nr.1, p.45.
2. Anca Popescu : Petru Columbeanu, nr.2, p. 98
3. Nicolae Diaconescu: Paul Cartianu la 90 de ani, nr. 6,p.303

XIX. DE INSTITUTIONIS
1. Liviu Costin Rucăreanu : Despre Academia de Ştiinţe din Republica Moldova, nr.3, p.155
2. Eugeniu Pavel: Academia Română, nr. 6, p. 302

XX. DIN ENERGETICA MONDIALĂ
1.* * * nr. 6, p. 287

XXI. INFORMAŢII
1. * * * nr.6 , pp. 272 , 279, 293
2. Basarab D. Guzun, Jhon F. Missenden: Power appatus design and environmental impact assessment, nr.6, pp. 297 - 299
3. * * * Pentru un muzeu tehnic naţional, nr. 6, pp. 300-301

INDICELE ALFABETIC AL AUTORILOR ARTICOLELOR APĂRUTE ÎN REVISTA ENERGETICA , SE B, IN ANUL 1995

Albert Hermina, nr.5, p.247 (VIII,8)
Aldea Cornel, nr.4, p.175 (IV,8)
Asaftei Constantin, nr. 6, p. 288 (VIII, 11)

Badea Popa, nr. 6, p. 280 (VIII, 10)
Bazacliu Gabriel , nr.4, p.194 (VIII,1)
Bârlădeanu Eugen, nr.5, p.211 (VIII,2)
Beşliu Mirela, nr.1, p.37 (XIII,6)
Blaier Ion , nr. 6, p. 273 (IV, 12)
Boroş Iuliu, nr. 6, p. 280 (VIII, 12)
Bostan Vasile, nr.2, p.69 (IV,4)
Brendow Klaus, nr.3, p.105 (I,1)
Bulac Constantin, nr.5, p.227 (VIII,5)

Cartianu Paul, nr.5, p.246 (XIV,1), nr.6, p.294 (XV, 1)
Chirvase Dana, nr.1, p.43 (XVII,1)
Ciobanu Florin, nr.5, p.247 (VIII,8)
Conecini Ion, nr.3, p.149 (I,8)
Constantin Radu, nr.5, p.227 (VIII,5)
Constantinescu Jean, nr.1, p.21 (XIII,4), nr.3,p.123 (I,4), nr.4, p.175 (IV,8)
Corban Eugen, nr.4, p.185 (XIII,7)
Costin Emil, nr.1, p.17 (XIII,3)
Costin Florea, nr. 6, p. 273 (IV, 12)
Cristea Haralambie, nr.1, p.37 (XIII,6)
Creţu Dumitru, nr. 6, p. 273 (IV, 12)
Diaconescu Nicolae, nr. 6, p. 303 (XVIII, 3)
Drăgan Gleb, nr.3, p.157 (XVII,3), nr.4, p.193 (XVI,3)
Dumbravă Virgil, nr.4, p.194 (VIII,1)
Dumitru Nicolae, nr.1, p.27 (II,1), nr.4, p.189 (II,2)
Duşa Vasile, nr.2, p.77 (IV,5)

Gavrilaş Nicolae, nr.6, p. 288 (VIII, 11)
Georgescu Adriana, nr. 6, p. 284 (II, 3)
Guşă Mircea, nr. 6, p. 288 (VIII, 11)
Guzun D. Basarab, nr. 6, p. 297 (XXI, 2)

Indre Gheorghe, nr.1, p.11 (XIII,2), nr.1, p.33 (XIII,5), nr.3, p.130 (I,5)
Iordănescu Ion, nr.5,p.236 (VIII,6)
Ispas Maria, nr.6, p. 273 (IV, 12)
Istrate Mihai, nr. 6, p.288 (VIII, 11)
Ivan Mihai, nr.1, p.37 (XIII,6)
Ivas Dumitru, nr.6, p. 267 (VIII, 9)
Ivaşcu Cornelia, nr.5, p.252 (IV,10)

Jonquieres Francois, nr.3, p.111 (I,2)

Ketting N.G., nr.3, p.138 (I,6)

Lavrov George, nr.5, p.247 (VIII,8)
Lazăr Felicia, nr.2, p.59 (IV,2)
Liu Chen-Ching, nr.4, p.165 (IV,7)

Macovei Mihai, nr.6, p.280 (VIII, 10)
Manea Dumitru, nr.1, p.11 (XIII,2), nr.1, p.16 (XVI,1), nr.1, p.33 (XIII,5), nr.3, p.130 (I,5), nr.5, p.257 (XVI, 5)
Miao Hanjin, nr.4, p.165 (IV,7)
Miclescu Theodor, nr.4, p.194 (VIII,1)
Mihăileanu Călin, nr.3, p.149 (I,8), nr.4, p.181 (IV,9)
Mihăilescu Alice, nr.1, p.27 (II,1), nr.4, p.189 (II,2)
Mihăilescu St.Nicolae, nr.5,p.246 (XIV,1)
Missenden Jhon F., nr.6, p.297 (XXI, 2)
Munteanu Florin, nr. 6, p. 267 (VIII, 10)
Munteanu Gabriela, nr.6, p. 280 (VIII, 10)
Muşatescu Virgil, nr.3, p. 103 (Editorial ,3)

Neagu Viorel, nr.3, p.123 (I,4), nr.4, p.181 (IV,9)
Nestor Mihai , nr.6, p. 280 (VIII, 10)

Pavel Eugeniu, nr.1, p.5 (XIII,1), nr.3, p.103 (Editorial,3), nr.3, p.116 (I, 3), nr.3, p.156 (XVII, 2), nr. 4, p.163 (Editorial,4),nr.4, p. 202 (XVII,4), nr. 6, p. 302 (XIX, 2)
Pătrăşcoiu Sorin, nr.2 p.84 (IV,6)
Păunescu Doru, nr.2, p.59 (IV,2)
Petcanchine Lazare, nr.5, p.241 (VIII,7)
Poeată Alexandru, nr.5,p.211 (VIII,2), nr.5, p.223 (VIII,4)
Pomârleanu Marius, nr.2, p.51 (Editorial,2)
Popescu Anca, nr.2,p.98 (XVIII,2)
Popescu Oana, nr.1,p.17 (XIII,3)
Popescu Romeo, nr. 6, p. 280 (VIII, 10)
Potârniche Ion, nr.2, p.64 (IV,3)
Potolea Eugen, nr.2, p.69 (IV,4), nr.6, p.263 (IV, 11)
Potolea Paul E., nr. 6, p. 263 (IV, 11)
Preoţescu Dan, nr.5, p.247 (VIII,8)

Radu Cornel, nr.6, p. 284, (II, 3)
Radu Miranda, nr.2, p.52 (IV,1)
Rucăreanu Costin, nr.1, p.5 (XIII,1), nr.3, p.116 (I,3), nr.3, p.155 (XIX, 1)
Rugină Vasile, nr.1, p.3 (Editorial,12), nr.1, p.21 (XIII,4)

Sărăcin Marin, nr.2, p.64 (IV,3)
Scarlat Cristian, nr,4, p.181 (IV,9)
Smărăndescu Mirela, nr.4, p.185 (XIII,7)

Triştiu Ion, nr.5, p.227 (VIII,5)

Ungureanu Anton, nr.2, p.52 (IV,1)

Velody Mark, nr.3, p.141 (I,7)
Viziteu Ioan, nr.5, p.252 (IV,10)

Wu Jaw-Shyang, nr.4 , p.165 (IV,7)_

Zărnescu Horaţiu, nr4, p.206 (XVII, 5)

INHALT

EUGENIU POTOLEA, PAUL E. POTOLEA: Das Dauerbetriebsregime der Synchronmaschine mit kreuzgesaettigten Magnetkreisläufen 263 - 266
FLORIN MUNTEANU, DUMITRU IVAS: Die Anwendung der Wahrscheinlichkeits-Ausfallrechnung bei der Bestimmung der Sicherheitkennwerte im Betrieb der elektrischen Verteilungsnetze 267 - 272
DUMITRU CREŢU, MARIA ISPAS, COSTIN FLOREA, ION BLAIER: Die Effizienz der Modernisierung der Generatoren im Wasserkraftwerk Eisernes Tor I 273 - 279
GABRIELA MUNTEANU, MIHAI MACOVEI, MIHAI NESTOR, BADEA POPA, ROMEO POPESCU, IULIU BOROŞ: Mobiles Labor mit Mehrfachfunktionen für die Kabelprüfung und Kabelfehlerortung 280 - 283
CORNEL RADU, ADRIANA GEORGESCU: Das Management der integrierten Naturlicht/Kunstlichtsysteme 284 - 287
MIRCEA GUŞĂ, MIHAI ISTRATE, CONSTANTIN ASAFTEI, NICOLAE GAVRILAŞ: Beiträge zur Erhöhung der Übersichtbarkeit der Mittelspannungs-Freileitungsnetze 288 - 293

DIE ENERGIEWIRTSCHAFT WELTWEIT 287

GESCHICHTE DER ELEKTRIFIZIERUNG
PAUL CARTIANU: Bedingungen des Monopols und des freien Wettbewerbs im Bereich der Energiewirtschaft im Vorkriegsrumänien 297 - 299

INFORMATIONEN 272, 279, 293
BASARAB D. GUZUN, JHON F. MISSENDEN: Power apparatus design and environmental impact assesment 297 - 299
* * * Für die Gründung eines technischen Nationalmuseums 300 - 301

DE INSTITUTIONIS 302

DE PERSONIS 303

CONTENU

EUGENIU POTOLEA, PAUL E. POTOLEA: Le régime permanent du moteur syncrone aux circuits magnétiques saturés en croix 263 - 266
FLORIN MUNTEANU, DUMITRU IVAS: Utilisation de l'analyse probabilistique des contigences dans le calcul des indicateurs de sécurité des réseaux de distribution 267 - 272
DUMITRU CREŢU, MARIA ISPAS, COSTIN FLOREA, ION BLAIER: L'efficacité de la modernisation des générateurs de CHE Porţile de Fier I 273 - 279
GABRIELA MUNTEANU, MIHAI MACOVEI, MIHAI NESTOR, BADEA POPA, ROMEO POPESCU, IULIU BOROŞ: Laboratoire mobile aux fonctions multiples pour l'essai et la défectoscopie de câbles 280 - 283
CORNEL RADU, ADRIANA GEORGESCU: Le management des systemes integres: lumiere artificielle naturelle 284 - 287
MIRCEA GUŞĂ, MIHAI ISTRATE, CONSTANTIN ASAFTEI, NICOLAE GAVRILAŞ: Contributions a l'extension de l'observabilités de moyen tension 288 - 293

L'ENERGIE DANS LE MONDE 287

L'HISTOIR DE L'ELECTRIFICATION
PAUL CARTIANU: Conditions de monopole et de libre concurrence dans l'énergétique de la Roumanie entre les deux guerres mondiales 294 - 295

INFORMATIONS 272, 279, 293
BASARAB D. GUZUN, JHON F. MISSENDEN: Conditions de monopole et de libre concurrence dans l'énergetique de la Roumanie interbelique 297 - 299
* * * Pour un musée technique national 300 - 301

DE INSTITUTIONIS 302

DE PERSONIS 303

CONTENTS

EUGENIU POTOLEA, PAUL E. POTOLEA: Steady-state regime of the synchronous machine with cross saturated circuits 263 - 266
FLORIN MUNTEANU, DUMITRU IVAS : Use of the probabilistic contingencies analysis in the computation of the safety indicators related to the power distribution network operation 267 - 272
DUMITRU CREŢU, MARIA ISPAS, COSTIN FLOREA, ION BLAIER: The efficiency of updating the generators at the hydropower station of Porţile de Fier 1 273 - 279
GABRIELA MUNTEANU, MIHAI MACOVEI, MIHAI NESTOR, BADEA POPA, ROMEO POPESCU, IULIU BOROŞ: Multifunctional van for cable testing and fault location 280 - 283
CORNEL RADU , ADRIANA GEORGESCU: Management of integrated systems: daylight - artificial light 284 - 287
MIRCEA GUŞĂ, MIHAI ISTRATE, CONSTANTIN ASAFTEI, NICOLAE GRAVILAŞ: Contribution to the increase of medium voltage overhead networks observability 288 - 293

ENERGY WORLDWIDE 287

THE HISTORY OF ELECTRIFICATION
PAUL CARTIANU: Monopole and free competition in the Romanian inter-war Energy Field 294 - 295

NEWS 272, 279, 293
BASARAB D. GUZUN, JHON F. MISSENDEN: Power apparatus design and environmental impact assessement 297 - 299
* * * In favour of a National Technical Museum 300 - 301

DE INSTITUTIONIS 302

DE PERSONIS 303

СОДЕРЖАНИЕ

ЭУДЖЕНИУ ПОТОЛЕА, ПАУЛ Е. ПОТОЛЕА: Стационарный режим синхронной машины с магнитными цепьями насыщенными накрест 263 - 266
ФЛОРИН МУНТЕАНУ, ДУМИТРУ ИВАС: Использование анализа вероятностей смежностей для вычисления указателей надежности и эффективности эксплуатации распределительных сетей 267 - 272
ДУМИТРУ КРЕЦУ, МАРИЯ ИСПАС, КОСТИН ФЛОРЕА, ИОН БЛАЙЕР : Эффективность модернизации генераторов гидроэлектрической станции Порциле де Фиер I 273 - 279
ГАБРИЕЛА МУНТЕАНУ, МИХАЙ МАКОВЕЙ, МИХАЙ НЕСТОР, БАДЕА ПОПА, РОМЕО ПОПЕСКУ, ЮЛЮ БОРОШ : Мобильная лаборатория разнообразными функциями для испытания и дефектоскопии кабелей 280 - 283
КОРНЕЛ РАДУ, АДРИАНА ДЖЕОРДЖЕСКУ: Управление интегрированными системами: искуственный - эстественный свет 284 - 287
МИРЧЕА ГУШЭ, МИХАЙ ИСТРАТЕ, КОНСТАНТИН АСАФТЕЙ, НИКОЛАЕ ГАВРИЛАШ: Вклад в усовершенстование результатов наблюдения воздушых цепей среднего напряжения 288 - 293

ИЗ МИРОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ 287

ИСТОРИЯ ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ
ПАУЛ КАРТИАНУ: Условия монопольного владения и свобоной конкуренции в Румынии между первой и второй мировой войны 294 - 295

ИНФОРМАЦИИ 272, 279, 293
БАСАРАБ Д. ГУЗУН, ДЖОИ МИССНДЕН : Проектирование энергетического оборудования и оценка своего влияния на окружающую среду 297 - 299
* * * В пользу национальному техническому музею 300 - 301

DE INSTITUTIONIS 302

DE PERSONIS 303

MŰSZAKI INFORMÁCIÓS ÉS KÖNYVTÁR 1883 ORSZÁGOS KÖZPONT

COLEGIUL DE REDACTIE, BIROUL DE REDACTIE SI REDACTIA REVISTEI ENERGETICA UREAZA TUTUROR ABONATILOR, CITITORILOR SI COLABORATORILOR SAI UN AN NOU FERICIT SI SUCCESE IN ACTIVITATE.

LA MULTI ANI !

Romania
RENEL
Romanian Electricity Authority

MINISTRY of INDUSTRIES

MINISTRY of RESEARCH and TECHNOLOGY

ICEMENERG

ROMANIAN NATIONAL COMMITTEE of the WORLD ENERGY COUNCIL

Every 2 years we organize the most important event of the Romanian power engineering community with the benefit of an international participation

NATIONAL ENERGY CONFERENCE - CNE '96

September 2-5, 1996
Neptun, ROMANIA

"Improving Energy Efficiency in a Transition Economy"

CONFERENCE SECTIONS

1. Energy Policies and Strategies. Financing of energy industries.
2. Clean and Efficient Fossil Fuel Technologies. Renewables.
3. Rehabilitation/Retrofitting of Energy Facilities :
   a) electric power plants
   b) networks
4. Nuclear Energy.
5. Predictive and Preventive Maintenance Technologies for Energy Equipment.
6. Management and Process Information Systems.
7. Environment Conservation.
8. Energy Uses.

In the Program:

- Plenary session and sections
- Poster sessions
- Round tables
- Screening of technical and advertising films
- Exhibition
- Associated events :

a) ***"Balkan Energy Industries. Trends and Goals"*** Symposium
b) USA - Romania Seminar on ***"Technical and Economic Impacts of Open Transmission Systems"***
c) Meeting of the Central and East European Group of the WEC - W/E Program

Further information and documentation available from :

the CNE '96 Secretariat
c/o ICEMENERG
8, Energeticienilor Blvd.
79619 Bucharest 3, Romania
Tel : + 401 321 44 65
Fax : + 401 321 44 65
+ 401 321 10 10

Contact persons :
Mr Corneliu Stefanescu / Mrs Justina Nicolau

With the kind support of :
Synergy Programme (DGXVII) of EC
USAID through USEA's UPP